VERLETZUNGEN AN DEN STRECKSEHNEN DER LANGFINGER UND IHRE BEHANDLUNG

1972

ANDREAS KOEPPEL

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: **Prof. Dr. Dr. Rudolph Zenker**

VERLETZUNGEN AN DEN STRECKSEHNEN DER LANGFINGER UND IHRE BEHANDLUNG

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians–Universität zu München

vorgelegt von
Andreas Koeppel
aus München

1972

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Fritz Rueff

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. Rudolph Zenker

Dekan: Prof. Dr. Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 21.12.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

In Erinnerung an Prof. Dr. Titus von Lanz

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 3

Allgemeiner Teil

Funktionelle Anatomie, Physiologie und Pathologie 4
Anatomie und Physiologie des Streckapparats 4
Pathologie der subkutanen Ruptur und der Sehnenheilung 6
Statistische Verteilung der Verletzungen 7
Altersverteilung, Geschlechtsverhältnis 8
Aufteilung nach Unfallart 9
Berufsgruppen 10
Verletzungsarten 11
Lokalisationen der Verletzungen 12

Spezieller Teil – Nachuntersuchungen

Befunde, therapeutische Maßnahmen, Ergebnisse 15
Krankengut, Untersuchungsmethoden, Bewertungsmaßstab 15
I. Verletzungen an Unterarm, Handgelenk, Handrücken 20
II. Verletzungen über Grund- und Mittelglied 27
III. Verletzungen über dem Grundgelenk 29
IV. Verletzungen über dem Mittelgelenk 33
V. Verletzungen über dem Endgelenk 40
Angewandte Operationstechniken 46
Zeitpunkt der Operation 47
Nebenverletzungen 48
Ruhigstellung und Krankengymnastik, Komplikationen 49
Vergleich der funktionellen Behandlungsergebnisse 51

Diskussion 54

Zusammenfassung 55

Literaturverzeichnis 56

Lebenslauf 59

Einleitung

Die Sehnenchirurgie ist ein noch junges spezialchirurgisches Fachgebiet. Die Fortschritte auf diesem Gebiet sind vor allem Chirurgen zu danken, die aufgrund ihrer großen Erfahrung unter Berücksichtigung der mechanischen und biologischen Aspekte Richtlinien für die Wiederherstellung der Handfunktion gefunden haben. BUNNELL ist hier unter vielen anderen als erster zu nennen. Die von ihm entwickelten Richtlinien sind inzwischen Allgemeingut in der Handchirurgie geworden. Die Forderung, entsprechend den topographischen Regionen ganz bestimmte therapeutische Maßnahmen anzuwenden, die Forderung nach atraumatischen Operieren in Blutleere und nach sorgfältigster postoperativer Behandlung brachten zunehmend günstigere Ergebnisse in der Sehnenchirurgie der Hand.

Erst die letzten zwei bis drei Jahrzehnte brachten die technischen Voraussetzungen für diese atraumatischen Operationen. Dazu gehören die Entwicklung verträglichen Nahtmaterials (rostfreier Stahldraht, Kunststoff) für atraumatische Sehnen- und Hautnaht und im weiteren Sinne eine optimale Infektionsprophylaxe und -bekämpfung (Antisepsis und Asepsis).

Die besondere Problematik der Sehnennaht – möglichst geringe Traumatisierung des Gewebes bei hoher Belastungsfähigkeit der Naht – erforderte neue Nahtmethoden. BUNELL, ISELIN, VERDAN, PULVERTAFT und viele weitere entwickelten Nahtverfahren, die eine ausreichende Adaption bei geringer Fremdkörperreaktion und mechanischer Irritation des Gewebes nach den Bedingungen der atraumatischen Operation gewährten. Die ausziehbare Drahtnaht von BUNELL ist hier als Standardnaht besonders hervorzuheben.
Einen nicht zu unterschätzenden Anteil an der Entwicklung der Sehnenchirurgie der Hand haben auch neuere Erkenntnisse durch Grundlagenforschung in Anatomie, Physiologie und Pathologie des Streckapparates. Aus ihnen ließ sich zum großen Teil die Indikation zur Operation, die Wahl des Operationstermins sowie Art und Zeitpunkt der postoperativen physikalischen Therapie ableiten.

W. DICK schrieb 1955, die größte Erkenntnis auf dem Gebiet der Sehnenchirurgie der Hand seien die unbefriedigenden Endergebnisse. Diese fatalistische Einstellung ist heute nicht mehr gerechtfertigt. Sicherlich war aber diese Kritik ein Motor, Zusammenhänge zwischen der Art der Verletzung, dem Zustand und dem Alter von Wunde und Patient sowie die Therapie im Einzelfall und den funktionellen Ergebnissen anderseits zu finden.

Funktionelle Anatomie und Pathologie des Streckapparates

Die Anatomie ist die Grundlage für die so unterschiedliche Symtomatik, Prognose und Therapeutik in den einzelnen Regionen der Streckseite der Hand. Aus ihr erklärt sich zum großen Teil die komplexe funktionelle Breite der Hand- und Fingerbewegungen. Neuere Erkenntnisse in der Pathologie der Sehne und des Sehnenansatzes geben Aufschluß über Verletzungsmechanismus und Heilungstendenzen. Wegen ihrer Wichtigkeit für die biologischen Überlegungen in der Sehnenchirurgie wird sie im Folgenden kurz behandelt.

Nach dem Muster von VERDAN wird die Streckseite von Hand und Unterarm in acht topographische Regionen eingeteilt:

I. Unterarm
II. Handwurzelbereich (Ligamentum carpi dorsale)
III. Handrücken (proximal der Connexus intertendinei)
IV. Grundgelenk
V. Grundphalanx
VI. Mittelgelenk
VII. Mittelphalanx
VIII. Endgelenk und Endphalanx

Siehe dazu Abbildung Seite 14

Die Sehnen des M. extensor digitorum comm. entspringen im distalen Teil des Unterarms aus vier Muskelbäuchen (variabel) und ziehen konvergierende zum Ligamentum carpi dorsale. Im Bereich des Unterarms retrahieren sich nach einer Durchtrennung die proximalen Enden zum Teil sehr weit. Wegen ihrer engen Bezeihung zueinander werden häufig alle vier Sehnen des Muskels durchtrennt. Die langen Strecksehnen ziehen mit der Sehne des M. extensor indicis zusammen durch das vierte Fach des Ligamentum carpi dorsale, einer Verstärkung der dorsalen Handfaszie. Hier, im Gebiet der Handwurzel, gleiten die Sehnen in osteo-fibrösen Kanälen (v. Lanz), in Sehnenscheiden. Die Problematik dieses Gleitlagers spielt aber wegen der extrem seltenen Verletzungen in diesem Bereich eine untergeordnete Rolle.

Nach der Richtungsänderung, die durch diese Sehnenscheiden gesichert wird, divergieren die Sehnen zu den Metacarpalköpfchen, in deren Gegend sie durch die Connexus intertendinei untereinander verbunden sind. Der Handrücken ist sehr häufig von Verletzungen betroffen, die vor allem die Knochen und Sehnen in Mitleidenschaft ziehen. Eine harte Unterlage, ein spärliches peritendinöses Bindegewebe und eine fast vollständig fehlende subcutane Fett-

schicht setzen die Sehnen einer hohen Verletzungsgefahr aus. Außerdem kommt es in dieser Zone, leicht zu Verwachsungen zwischen Sehne und Haut, da das Gleitlager nur in sehr dünner Schicht die Sehnen bedeckt (GÜLGÖNEN–VLASICH). Auch am Handrücken ziehen sich die proximalen Enden durchtrennter Sehnen sofort zurück.
Die Verletzungen der Strecksehnen an Unterarm, Handwurzel und Handrücken werden in einer Gruppe behandelt, weil sie zahlreiche Gemeinsamkeiten aufweisen:

1. Häufig Verletzungen mehrer langer Strecksehnen.
2. Durch Retraktion der proximalen Stümpfe oft Indikation zur Sehnentransplantation.
3. Bei Schnittverletzungen in allen drei Bereichen günstige Prognosen.
4. Bei Verletzung einer Strecksehne nur geringer Streckausfall im Grundgelenk, da durch die Connexus intertendinei die Nachbarfinger einen Teil der Streckung übernehmen.
5. Im allgemeinen keine Probleme bezüglich Durchblutung und Sensibilität.

Sich verbreiternd, teilen sich die langen Strecksehnen distal des Grundgelenkes, mit dessen Kapsel sie verwachsen sind, in drei Züge, die die Dorsalaponeurose bilden. Das Grundgelenk wird von den langen Strecksehnen gestreckt und von der Binnenmuskulatur der Hand (Interossei, Lumbricales) sowie der langen Beugemuskulatur gebeugt. Die Einstrahlungen der Interosseus- und Lumbricalismuskulatur verspannen am Grundgelenk die Strecksehne von der Hohlhand her. Die Verletzung der Sehne kann hier mit Gelenkseröffnung verbunden sein und führt häufig zu einer Subluxation der Sehne. Diese rutscht aus ihrer Führungsrinne im Metacarpalköpfchen heraus und liegt dann im Zwischenfingerraum. Die Seitenbänder sind nur bei Beugung gespannt, da sie über der Drehachse des Gelenks verlaufen. Bei Streckung sind Abduktions- und Adduktionsbewegungen der Finger möglich. Die gelegentlich vorkommende Ruptur der Sehne in dieser Region ist kein Riß des Sehnenquerschnittes, der an dieser Stelle besonders dick ist, sondern ein Abriß der seitlichen Züge, die die Sehne in ihrer Lage auf dem Metacarpalköpfchen halten. Die Folge ist die oben besprochene Subluxation.

Die Dorsalaponeurose, die in einem Tractus medialis über das Mittelgelenk zieht und an der Basis der Mittelphalanx ansetzt und mit zwei Tractus laterales seitlich am Mittelgelenk vorbei zum Endgelenk verläuft, nimmt von volar her beidseits (außer am Kleinfinger) die Interosseusmuskulatur und jeweils radial einen Musculus lumbricalis auf. Die Dorsalaponeurosen des Zeige- und Kleinfingers erhalten zusätzlich noch die Einstrahlungen des M. extensor indicis bzw. des M. extensor digiti minimi. So verfügt jeder Finger über vier, der Zeigefinger sogar über fünf Komponenten bei der Streckung.
Während die Dorsalaponeurose mit den Kapseln aller drei Gelenke verwachsen ist, liegt sie dem Periost der Phalangen nur lose auf. Einfache Verletzungen im Bereich des Grund- und Mittelglieds sind wegen der zahlreichen Verspannungen der Dorsalaponeurose nach volar, die

eine Retraktion des proximalen Sehnenendes weitgehend verhindern, relativ unproblematisch. Ganz anders sind die Verhältnisse am Mittelgelenk. Die seitlichen Züge der Dorsalaponeurose strecken im Endgelenk, während der Tractus medialis die Mittelphalanx streckt. Bei Beugung im Mittelgelenk weichen nun die Tractus laterales neben das Gelenk aus. Dadurch werden etwa beim Faustschluß die Antagonisten der Beuger ausgeschaltet. Diese ungewöhnliche Entspannung der Strecksehne bei Beugung erhöht die Kraft des Faustschlußes (BÜNNIGE). Wird aber der Tractus medialis über dem Mittelgelenk durchtrennt, so sinken die seitlichen Züge unter die Rotationsachse des Gelenks ab und fixieren es in Beugestellung. Beim Versuch, es zu strecken, entsteht die typische Überstreckungsstellung im Endgelenk bei fixierter Beugung im Mittelgelenk. Das Köpfchen des Grundglieds ragt durch die verletzte Dorsalaponeurose wie ein Knopf durch das Knopfloch (Knopflochphänomen). Auf die Bedeutung des Landmeer'schen Ligaments mit dem Effekt einer „dynamischen Tenodese", einer gewissen Koppelung zwischen der Mittelgelenks- und Endgelenksbeweglichkeit, die A. WILHELM hervorhebt, sei hier nur hingewiesen.
Die Verletzung oder der subkutane Abriß der Strecksehne am Endglied schließlich, eine sehr häufige Verletzung, soll Anlaß für einige Bemerkungen über die Pathologie der gedeckten Rupturen sein.
Eine Streckung im Mittel- und Endgelenk ist nur möglich, wenn die lange Strecksehne angespannt ist, obwohl sie an der Streckung in diesen beiden Gelenken kaum beteiligt ist. Die Ruptur der Strecksehne über dem Endglied hat diese Anspannung der Sehne zur Voraussetzung (STRACKER). Die Verletzung der Sehne führt zum Bild des Mallet-Finger (Streckunfähigkeit).

Pathologie der subkutanen Ruptur

Zunächst gehen die Meinungen darüber auseinander, ob eine subkutane Ruptur nur an Sehnen auftritt, die bereits Degenerationserscheinungen aufweisen (SCHNEIDER) oder ob – im Fall der Ruptur am Fingerendglied – allein schon eine plötzliche, gewaltsame Beugung des gestreckten Gliedes zum Sehnenabriß führen kann (STRACKER).
SCHNEIDER betont ferner, daß die Sehne am Endglied nicht am Periost ansetzt, sondern daß sie mit einer in der Tiefe verkalkten Knorpelzone im Knochen selbst verankert ist. Daraus lassen sich auch die häufig vorkommenden Ausrißfrakturen am Endglied erklären (BUSCH'sche Frakturen).
Die Insertionsstelle einer Sehne ist ein Punctum minoris resistentiae. Hier macht die vom 25. Lebensjahr an sich verschlechternde Durchblutung (WOLLENBERG, MAYER) sowie die abnehmende Elastizität des Knorpels durch Kalkeinlagerung, Präcipitation, Polymerisation und Dehydratation sich bemerkbar. Ermüdungsausbrüche (SCHNEIDER) der

Sehnenfasern an ihrem Eintritt in den Knochen und an Stellen, die der Abnützung besonders ausgesetzt sind, (Gelenke), sind die Folge dieser Aufbrauchsveränderungen. Ein unbedeutendes Trauma kann den Abriß der degenerierten Sehne provozieren.
Für die Ansicht, daß meist nur vorgeschädigte Sehnen rupturieren, spricht die Altersverteilung bei diesen Verletzungen, obwohl auch junge Patienten mit gedeckten Rupturen zur Behandlung kommen. Eine rheumatische Erkrankung kann ebenfalls zur spontanen Sehnenruptur führen (MITTELMEIER).
Die Sehne wird vom Paratenon her ernährt, einer zarten Struktur im Scherengitterprinzip. (Die Probleme der Sehnenscheide berühren die Strecksehnenchirurgie praktisch nicht).
Nach einer Verletzung der Sehne geht auch die mesenchymale Kapillarsprossung vom Paratenon aus, das heißt, die Sehnenheilung benötigt eine physiologische Verwachsung. Der Grad der Verwachsung, die in jedem Fall auftritt, kann durch die Operation in atraumatischer Technik und durch die physikalische Nachbehandlung beeinflußt werden. Nach etwa drei Wochen kommt es zu einer Lockerung der Verwachsung (BUNNELL), die Vaskularisierung nimmt ab und die Gleitfähigkeit zu. Bereits in der zweiten Woche wachsen kollagene Fasern ein.
Diese temporären Tenodesen und Tendolysen können nur dann ungestört ablaufen, wenn erstens jede Traumatisierung oder Infektion, die zur Nekrobiose führt, vermieden wird. Atraumatisches Operieren ist Voraussetzung für gute Ergebnisse; denn Blutungen, Fremdkörper (Nahtmaterial), Druck und Austrocknung der Gewebe führt zu verstärkter Granulation, zu einer Verwachsung der Sehne mit ihrer Umgebung, die sich ohne erneutes chirurgisches Eingreifen nicht mehr löst. Zweitens hängen die Vorgänge der Sehnenheilung vom Zeitpunkt der postoperativen Mobilisation ab. In diesem Punkt bestehen noch geteilte Auffassungen. So nehmen einige Autoren an, daß durch frühe Mobilisation die Verwachsungstendenz gefördert werden kann. Diese Problematik wird an anderer Stelle noch genauer zu behandeln sein.

Statistische Verteilung von 200 Strecksehnenverletzungen

SCHINK stellt den Wert einer statistischen Ausarbeitung des Krankengutes in Frage, da die Vergleiche zwischen verschiedenen Behandlungsmethoden und den Resultaten der Therapie durch die zahlreichen Variationen in Bezug auf Zustand und Alter der Wunde, die Art der Verletzung, das Alter der Patienten und weitere Faktoren sehr relativiert würden. Die differenzierten Arbeiten von THIES, MITTELBACH, KOGGE, KELLY und anderen aber haben gezeigt, daß bei sorgfältiger Auswertung der Daten von Verletzung, Patient und Unfallmechanismus Erkenntnisse gewonnen werden können, die die Beurteilung, Prognose und Therapie objektivieren oder wenigstens in Grenzen systematisieren.

Hier werden zunächst Daten zusammengestellt, die einen Überblick über das spezielle Kollektiv von Patienten geben, die an den Strecksehnen der Langfinger verletzt wurden. Wegen der vielen Arbeitsunfälle ist diese Aufschlüsselung zum Teil von sozialem Interesse.

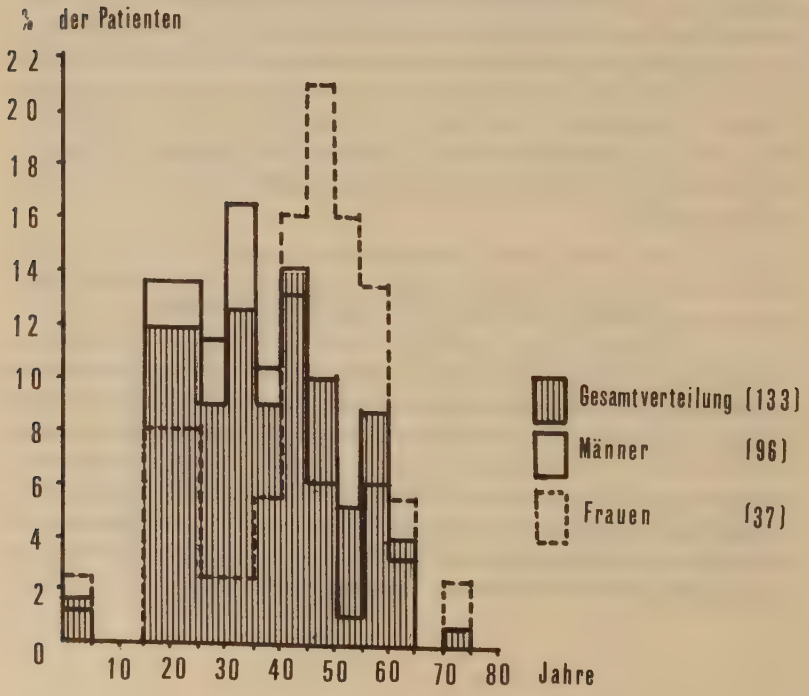
Krankengut

Ausgewertet wurden die Krankenblätter von 133 Patienten, die mit insgesamt 200 Einzelverletzungen der Langfingerstrecksehnen von 1963 bis 1970 stationär in der handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München behandelt wurden. Fälle, die in der Ambulanz der Klinik versorgt wurden, wurden nicht erfaßt.

Methode der Auswertung

Die Krankengeschichten wurden, ähnlich der Methode von KELLY, auf Alter, Geschlecht, Beruf und etwaige chronische Erkrankungen des Patienten, auf Art, Zeitpunkt und Mechanismus des Unfalls, auf Zustand, Ausdehnung und Lokalisation der Wunde, auf etwaige Nebenverletzungen, auf Art und Zeitpunkt einer Vorbehandlung alio loco und auf die Art und den Zeitpunkt der bei uns durchgeführten therapeutischen Maßnahmen untersucht. Diese Daten wurden auf Tabellen übertragen.

Altersverteilung der Patienten, Geschlechtsverhältnis



96 der 133 Patienten waren Männer, 37 Frauen (72.2 : 27.8). THIES findet bei 1000 Handverletzungen aller Art ein Verhältnis von 73.6 : 26.4, MITTELBACH bei seinen 121 Strecksehnenpatienten ein Verhältnis von 83 : 17. KOGGE nennt eine Verteilung auf die Geschlechter von 71.7 : 28.3 bei 120 Patienten mit Beuge- und Strecksehnenverletzungen. Das Geschlechtsverhältnis bei Hand- und insbesondere bei Sehnenverletzungen der Hand ist also recht konstant. (Nur KELLY, der fast ausschließlich Berufsunfälle der Autoindustrie auswertete, findet ein Verhältnis von 95 : 5).
Wie die Statistiken über die Arbeitsunfälle zeigen, läßt sich die geringe Beteiligung des weiblichen Geschlechts an Handverletzungen auf die spezielle Berufsarten der Frauen und auf die relativ große Zahl nicht berufstätiger Frauen zurückführen.
Die Alterskurve der Patienten zeigt einen typischen Verlauf. Auf der folgenden Abbildung sind die Gesamtverteilung und die Kurven der beiden Geschlechter übereinander projiziert. Um eine bessere Übersicht zu geben, beziehen sich die einzelnen Prozentwerte bei jedem der drei Intergrale auf je 100 %.

Die größte Häufung liegt bei der Gesamtverteilung zwischen dem 15. und dem 50. Lebensjahr (79 %). Der auffällige hohe Gipfel, den THIES zwischen dem 15. und 25. Lebensjahr hat (ca. 31 %) und auf den KOGGE hinweist, konnte bei uns nicht gefunden werden.
Die Aufschlüsselung der Altersverteilung nach Geschlechtern aber läßt zwei sehr unterschiedliche Tendenzen der Altershäufung bei männlichen und weiblichen Patienten erkennen. 84,4 % der verletzten Männer sind zwischen 15 und 50 Jahren alt. Eine vergleichbare Häufung bei den Frauen von 85,3 % liegt zwischen dem 35. und dem 65. Lebensjahr. Bei den Männern fällt der Großteil der Verletzungen in die Zeit der Berufstätigkeit, bei den Frauen hingegen in ein Alter nachlassender Elastizität der Sehnen und zunehmender Einlagerungen von Kalk und Präcipitaten in den Insertionsstellen der Sehnen. Bei 62 % der Patientinnen fanden sich auch gedeckte Rupturen der Strecksehnen, das Durchschnittsalter bei diesen Rupturen war 48,5 Jahre. Die typischen Patienten mit Verletzungen der Handstrecksehnen sind Männer im berufstätigen Alter und ältere Frauen mit subkutanen Rupturen. Auch KOGGE findet zwischen dem 50. und 70. Jahr 29 % der Patienten.

Aufteilung nach Unfallart

GELDMACHER gibt 1968 an, 40.4 % der berufsgenossenschaftlich versicherten Unfälle seien Handverletzungen. GRÖZINGER nennt sogar für Männer 49.54 % und für Frauen 45.96 % (1969). Bei Erwachsenen dürften etwa dreimal soviel Strecksehnen- wie Beugesehnenverletzungen vorkommen (GÜLGÖNEN, VLASICH).
MITTELBACH findet vierzehnmal soviel Strecksehnen- wie Beugesehnenverletzungen.

	Gesamt				Männer				Frauen			
	Pat.		Verl.		Pat.		Verl.		Pat.		Verl.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
BG–Unfälle und Wegeunfälle	70	52,5	97	48,5	62	64,5	96	64,0	8	21,5	15	30,0
Häusl. Unfälle	41	30,8	60	30,0	17	17,7	21	14,0	24	65,0	27	54,0
Verkehrsunfälle	9	6,8	20	10,0	7	7,3	15	10,0	2	5,4	3	6,0
Sportunfälle	9	6,8	10	5,0	7	7,3	7	4,7	2	5,4	3	6,0
Schlägereien u.ä.	4	3,1	13	6,5	3	3,2	11	7,3	1	2,7	2	4,0
	133	100	200	100	96	100	150	100	37	100	50	100

Der relativ geringe Prozentsatz von 1 – 2 % aller BG–Unfälle, der auf die Strecksehnen der Langfinger entfällt, wird durch die langen Zeiten der Arbeitsunfähigkeit nach Wiederherstellungsoperationen an Sehnen dennoch interessant.
Während 64.5 % der Unfälle, die die Männer betreffen, berufsgenossenschaftlich versicherte Unfälle sind, sind es bei den weiblichen Patienten zu 65 % hauswirtschaftliche Unfälle. Weiter fällt auf, daß bei Schlägereien und Verkehrsunfällen durchweg mehrere Sehnen verletzt wurden, während in der Rubrik Sportverletzungen mit einer Ausnahme immer nur eine Sehne in Mitleidenschaft gezogen wurde. 8 (= 0,5 %) der Patienten, die beim Sport verunglückten, erlitten subkutane Rupturen. Anschließend sollen noch die BG-Unfälle nach Berufsgruppen aufgeschlüsselt werden.

Berufsgruppen bei BG–Unfällen

	Männer	Frauen	Gesamt	in %
1. Arbeiter	10	3	13	18,5
2. Handwerker (außer unten angeführte)	11	–	11	15,7
3. Mechaniker	10	–	10	14,3
4. Landwirte	6	1	7	10,0
5. Angestellte u.ä.	7	–	7	10,0
6. Baupersonal	6	–	6	8,6
7. Kraftfahrer	5	–	5	7,2
8. Schreiner, Zimmerer	5	–	5	7,2
9. Metzger	2	–	2	2,9
10. Hauspersonal	–	2	2	2,9
11. Verkäuferinnen	–	2	2	2,9
	62	8	70	100,0

Unter den Mechanikern waren 5 Kraftfahrzeugmechaniker, die sich an Autoblechen geschnitten hatten.
Der Anteil der Frauen an den BG–Unfällen beträgt nur 11.4 % während er im ganzen Kollektiv der Verletzten 27.8 % beträgt. Der große Prozentsatz subkutaner Rupturen, bei den Frauen 62 % aller Strecksehnenverletzungen, ist zum größten Teil (96 %) den Zivilunfällen zuzuzählen. Dies erklärt zum Teil den verhältnismäßig niedrigen Anteil der BG–Unfälle am Gesamtkrankengut von 52,5 %. (H. GEORG findet 1955 bei 2000 Handverletzungen aller Art 77.3 %). Eine ähnliche Verteilung der Unfallarten (± 3 %) nennt THIES bei 1000 Handverletzungen 1960/1961; Auch KOGGE hat bei 120 Handsehnenpatienten etwa gleiche Verhältnisse. Eine vergleichende Betrachtung der Unfallmechanismen (KOGGE, MITTELBACH) und der operativen Ergebnisse erscheint wichtig. So fällt zum Beispiel auf, daß Quetschverletzungen besonders schlechte Endergebnisse haben.

Aufteilung der Verletzungsarten

Eine differenzierte Aufschlüsselung nach Geschlechtern wurde vorgenommen, auf eine Wiedergabe kann hier aber verzichtet werden, da sich – von den subkutanen Rupturen und den Kreissägeverletzungen abgesehen – keine signifikanten Unterschiede ergaben.
Die Kreissäge, ein Werkzeug, das praktisch nur von Männern gebraucht wird, ist die Ursache für fast ein Viertel aller Strecksehnenverletzungen. Jeder Patient, der sich mit der Kreissäge verletzte, durchtrennte sich dabei im Durchschnitt fast 2,3 Sehnen. Damit verursacht die Kreissäge die meisten Mehrfachverletzungen.

	Patienten		Verletzungen	
	n	%	n	%
Schnitte	47	35,4	62	31,0
Kreissägeverletzungen	19	14,2	43	21,5
Quetschungen und kombinierte Verletzungen	24	18,1	48	24,0
Subkutane Rupturen	43	32,2	47	23,5
	133	100,0	200	100,0

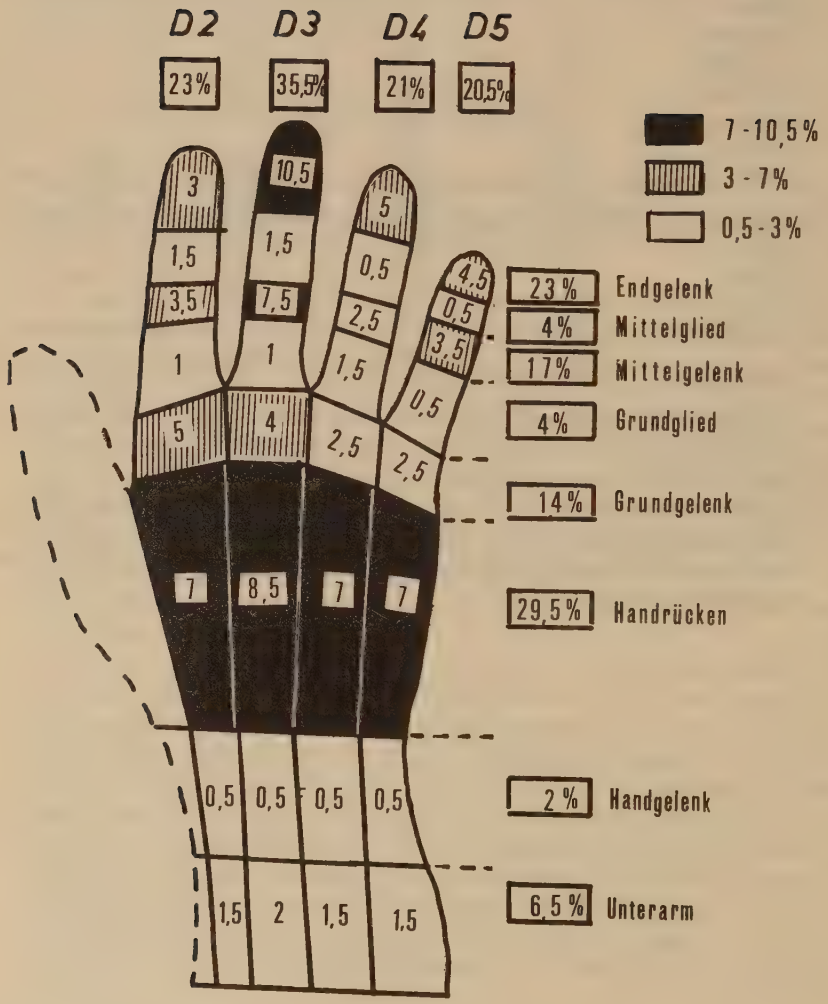
Die subkutanen Rupturen machten bei den Verletzungen an Männern 16,2 % (23 Fälle) aus, bei den Verletzungen an weiblichen Patienten 48,0 % (24 Fälle).
Diese Reihenfolge der Unfallmechanismen ergibt sich auch bei den Untersuchungen von MITTELBACH, KOGGE, GÜLGÖNEN und VLASICH. Bei uns finden sich im Vergleich zu diesen Autoren mehr gedeckte Rupturen.

Aufteilung der Lokalisationen

Bezüglich der topographischen Verteilung der Strecksehnenverletzungen legen wir die Einteilung nach VERDAN zugrunde. Im großen und ganzen finden wir die Sehnenverletzungen an beiden Händen gleichmäßig verteilt. Trotzdem sollen kleine Unterschiede in der folgenden Zusammenstellung aufgezeigt werden.
Die rechte Hand wurde in 42 % der Fälle verletzt, die linke in 58 %. Bei den Männern war das Verhältnis rechte Hand zu linke Hand, 41,2 : 58,8 , bei den Frauen 43,2 : 56,8. GELDMACHER findet ein Verhältnis von 52 : 48. Der Unterarm- und Handgelenksbereich wurde nur bei Männern verletzt (17 Verletzungen), die rechte Seite häufiger als die linke (rechts 13, links 4 Verletzungen). 33,3 % der Verletzungen bei Männern fielen auf den Handrücken, bei den Frauen 17,6 %. Bevorzugt war die linke Seite (64 %). In der Endgelenksregion zeigte sich eine deutliche Geschlechtsabhängigkeit: Während nur 16,4 % der Männer hier Verletzungen aufwiesen, betrug der Anteil der weiblichen Patienten hier 46,2 % ! In den übrigen Regionen war die Verteilung auf die Geschlechter etwa gleich, die einzelnen Differenzen in der Lokalisation auf eine der beiden Hände war nicht signifikant.
Will man einen Vergleich in Bezug auf die Häufung der Verletzungen in den einzelnen Regionen anstellen, so ist dies schwierig.
Abgesehen von GÜLGÖNEN und VLASICH und RAUBER erfassen die übrigen Autoren auch die Daumenstrecksehne, die wir aus Gründen ihrer anatomischen, funktionellen und therapeutischen Sonderstellung in dieser Untersuchung nicht berücksichtigen. In unserem Krankengut beträgt der Anteil der Verletzungen der Daumenstrecksehnen an den gesamten Strecksehnenverletzungen der Fingersehnen etwa 15 %, der Anteil der Patienten etwa 25%. Diese Differenz erklärt sich aus den häufigen Mehrfachverletzungen an den Sehnen der langen Finger. Nach MITTELBACH entfallen auf den Daumen 36,5 % aller Strecksehnenverletzungen. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß nicht alle Autoren die Einteilung der Hand nach VERDAN verwenden, sondern die von KELLY angegebene, die die Finger nicht in fünf, sondern in nur zwei Regionen aufteilt (z.B. KOGGE).
Dennoch sei hier, um eine gewisse Objektivität der eigenen Werte zu zeigen, ein Vergleich angestellt.

Verletzungs-bereich	Eigene Zahlen (ohne Daumen) %	GELDMACHER %	KOGGE %	KELLY %
Unterarm	6,5	7,1	5,9	7,3
Handgelenk	2,0			
Handrücken	29,5	24,1	16,2	23,3
Grundgelenk	14,0	6,3		
Grundglied	4,0	19,6	22,0	42,7
Mittelgelenk	17,0	11,2		
Mittelglied	4,0	9,4		
Endgelenk	23,0	22,3	56,0	26,7
	100,0	**100,0**	**100,0**	**100,0**
2, Finger	23,0	36,6	24,2	
3. Finger	35,5	32,6	38,9	
4. Finger	21,0	15,7	16,7	
5. Finger	20,5	15,1	20,2	
	100,0	**100,0**	**100,0**	

Die Prozentzahlen wurden aus Fallzahlangaben der Autoren errechnet. In den Zahlen von KOGGE sind die Verletzungen der Daumenstrecksehnen enthalten, in denen von KELLY und GELDMACHER nicht, KELLY erfaßt aber nur offene Verletzungen.
Bei zahlreichen Autoren wird die Bevorzugung des 2. und 3. Fingers beschrieben. Die hohe Anzahl von Verletzungen im distalen Fingerbereich bei KOGGE läßt sich im Vergleich zu unserer wesentlich geringeren wahrscheinlich so interpretieren, daß derartige Fälle in unserer Klinik ambulant behandelt wurden.


D2
D3
D4
D5
23%
35,5%
21%
20,5%
7 - 10,5%
3 - 7%
0,5 - 3%
3
1,5
3,5
1
10,5
1,5
7,5
1
5
0,5
2,5
1,5
4,5
0,5
3,5
0,5
5
4
2,5
2,5
7
8,5
7
7
0,5
0,5
0,5
0,5
1,5
2
1,5
1,5
23 % Endgelenk
4 % Mittelglied
17 % Mittelgelenk
4 % Grundglied
14 % Grundgelenk
29,5 % Handrücken
2 % Handgelenk
6,5 % Unterarm

Die gedeckten Rupturen verteilen sich wie folgt:

Rechte Hand 49 %, linke Hand 51 %. Der Anteil an den Strecksehnenverletzungen der langen Finger beträgt 23,2 % (47 Fälle), der Anteil an den Patienten 32,3 %.

Aufteilung der gedeckten Rupturen auf die Finger:

Finger	n	%	Endglied	Mittelgelenk	Grundgelenk
2. Finger	5	10,6	4	–	1
3. Finger	21	44,5	20	1	–
4. Finger	8	17,0	6	2	–
5. Finger	11	23,2	10	1	–
Handrücken	2	4,7			
	47	100,0	40	4	1

83,9 % betrafen das Endgelenk, 9,4 % das Mittelgelenk, 2,7 % das Grundgelenk und 4,7 % den Handrücken (und zwar die Sehnen des 4. und 5. Fingers eines 63-jährigen Rheumatikers). Auch GÜLGÖNEN und VLASICH fanden eine ähnliche Verteilung). Der 3. Finger liegt bei den Endgliedverletzungen an erster Stelle. Dies ist wahrscheinlich auf sein Hervorragen aus der Linie der Nachbarfinger zu erklären.

Befunde, therapeutische Maßnahmen und funktionelle Ergebnisse

Krankengut:

Zur Auswertung kommt hier der Teil der Kranken bzw. Verletzungen, der zwischen dem Juli und dem Dezember einer Nachuntersuchung zugeführt werden konnte. Dabei handelt es sich um 96 Patienten mit insgesamt 144 Verletzungen. Dies entspricht einem Prozentsatz von 73,5 % der Patienten und der Verletzungen, die von 1963 bis 1970 an der handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München behandelt wurden. Es sollen die Zusammenhänge zwischen Verletzung, Therapie und funktionellem Ergebnis aufgezeigt werden.

Die Verletzungen werden in Lokalisationsgruppen abgehandelt, da die anatomischen Gegebenheiten in verschiedenen Abschnitten jeweils verschiedenen Operationsmethoden notwendig machen. An der hiesigen Klinik wird bei unkomplizierten Verletzungen der Strecksehnen eine Primärversorgung der sekundären vorgezogen. Ein Großteil der Verletzten ist jedoch erst längere Zeit nach der Verletzung (bis zu 20 Jahre !) in unsere Klinik eingewiesen worden. Im Vergleich mit anderen Statistiken, etwa mit der von KELLY muß dies berücksichtigt werden. Dieser Autor beurteilt in seiner Arbeit ausschließlich die Ergeb-

nisse primärer Operationen. In unserem Hause konnte nur in etwa einem Drittel der Fälle primär operiert werden.

Maßstäbe für die Beurteilung

Eine einheitliche „Benotung" für die funktionellen Ergebnisse in der Handchirurgie konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Meist wird mit „sehr gut", „gut", „zufriedenstellend" usw. bewertet. Diese Einstufungen sind meist nicht objektivierbar. Deshalb soll unter Verwendung der Literatur und der Angaben von Seiten der Patienten ein eigenes Bewertungsschema eingeführt werden, das sich in erster Linie auf die genaue Messung der Gelenksbeweglichkeiten stützt. Die graphische Darstellung dieser aktiven Beweglichkeiten folgt der Methode von BOYES. KOGGE und GEORG weisen darauf hin, daß die Ergebnisse von Beuge- und Strecksehnenoperationen nicht nach genau denselben Kriterien beurteilt werden können. Dem wird auch in unserer Bewertung Rechnung getragen. Zum Beispiel ist bei

Bewertung der Ergebnisse nach anderen Autoren:

KOGGE	KELLY	MITTELBACH
Sehr gut: ad integrum **Gut:** Beugeeinschränkung um maximal 5^{o}. **Befriedigend:** Beugeeinschr. um max. 10^{o}, keine volle Streckung, Patient zufrieden. **Mäßig:** Bewegungseinschr. um max. 15^{o}, Beschwerden **Schlecht:** Stärkere Funktionsverluste, Beschwerd.	**Excellent:** bis 5^{o} Streck defizit, FKHA bis ca. 1,5 cm. **Good:** bis 10^{o} Streckdefizit, FKHA bis ca. 4 cm. **Poor:** Streckdefizit über 10^{o}, FKHA über ca. 4 cm. FKHA: Fingerkuppen-Hohlhandabstand)	**Gut:** ad integrum **Ausreichend:** Greifakt nicht wesentl. eingeschränkt. **Schlecht:** keine Besserung des Ausgangsbefundes.

Beugesehnenverletzungen zugunsten einer Wiederherstellung der vollen Flexion ein geringes Streckdefizit eher in Kauf zu nehmen als bei einer Verletzung der Strecksehnen.
Wir teilen die Bewertung in vier Stufen ein, die zur Grundlage die normale Beweglichkeit im Grundgelenk 110^{o}, im Mittelgelenk 120^{o} und im Endgelenk bei im Mittelgelenk fixiertem Finger 70^{o} (aktiv). Zur vollen Handfunktion ist aber nur ein Bewegungsmaß von 90^{o} in jedem Gelenk erforderlich. Dies ist im Endgelenk nur bei gebeugtem Mittelgelenk möglich. Ist die Streckung etwa im Mittelgelenk um mehr als 40^{o} eingeschränkt, so empfiehlt HELLMANN die Arthrodese. Diesen Wert benoten wir mit schlecht.

Außerdem ziehen wir zur Beurteilung der Handfunktion auch die Prüfung der Sensibilität heran. „Ein insensibler Finger oder Handabschnitt ist physiologisch als amputiert zu betrachten, auch in der Begutachtung (GELDMACHER).
Auch BUCK–GRAMCKO weist immer wieder auf die Wichtigkeit wenigstens einer Schutzsensibilität hin. Fehlt sie, so ist die Indikation zu wiederherstellenden Sehnenoperationen nicht mehr gegeben.
Die Normalwerte des Zwei-Punkte-Unterscheidungsvermögens betragen nach BUCK–GRAMCKO an der Dorsalseite der Finger 6 – 10 mm. Das Fühlen zweier Punkte in diesem Abstand läßt auf eine intakte taktile Gnosis (MOBERG) schließen. Werden zwei Druckpunkte auf der Haut erst im Abstand von 12 – 15 mm unterschieden, so besteht keine taktile Gnosis mehr, bis 15 mm aber noch eine Schutzsensibilität.
In erster Linie wird die aktive Gelenksbeweglichkeit bewertet, in zweiter die Intaktheit der Sensibilität und weiter die – mit dem funktionellen Ergebnis meist in engem Zusammenhang stehende – Durchblutung und Narbenbildung.

Bewertung:

1. Sehr gut
   a) Streckung der Fingergelenke bis 175° Beugung bis 95°
   b) Volle Kraft bei Faustschluß, voller Tragegriff, kräftige Streckung.
   c) normale Sensibilität und taktile Gnosis.
   d) Kosmetisch zufriedenstellend.

2. Gut
   a) Streckung pro Gelenk bis 170°, Beugung bis 100°.
   b) Volle Kraft wie oben.
   c) Zwei-Punkte-Unterscheidungsvermögen unter 10 mm, taktile Gnosis.
   d) Patient zufrieden.

3. Ausreichend
   a) Streckung bis mindestens 150°, für eingeschränkten Faustschluß, Tragegriff und Spitzgriff ausreichende Beugung.
   b) Mäßig eingeschränkte Kraft.
   c) Bestehen einer Schutzsensibilität an der Streckseite bei volarseitig taktiler Gnosis. Mäßige Durchblutungsstörungen.
   d) Unwesentliche Behinderung des Patienten im Beruf.

4. Schlecht
   a) Streckung nicht über etwa 145°, kein Faustschluß, kein Kraftgriff nach NAPIER, fixierte Streckstellung zwischen 140° und 180°.
   b) Fehlende Kraft bei Beugung und Streckung.

c) Fehlen der taktilen Gnosis bis Gefühllosigkeit. Schwere Durchblutungsstörungen.

d) Notwendigkeit eines Berufswechsels, starke Behinderung des Patienten.

Grenzfälle zu funktionell sehr störenden Resultaten lassen eine Arthrodese oder Amputation erwägen.
Die Nachuntersuchung wird methodisch nach BUCK–GRAMCKO durchgeführt. Die Untersuchung wird durch ein Gespräch mit dem Patienten über seine Zufriedenheit mit der Funktion seiner Hand eingeleitet. Weiter wurden die Aussagen des Patienten mit den Angaben aus dem Krankenblatt bezüglich Beruf, Unfallart, Vorbehandlung alio loco und Nachbehandlung verglichen. Dabei ergaben sich, abgesehen von einem etwaigen Berufswechsel in einigen Fällen Differenzen. Fragen nach einem Rentenanspruch, nach der Rechts- oder Linkshändigkeit und nach eventuellen Nachoperationen (Tendolysen) an anderen Stellen, nach Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Krankengymnastik beschlossen den ersten Teil. Es folgte die Inspektion des Verletzungs- und Operationsgebietes. Hautfältelung, Hautfärbung und Hauttemperatur als Parameter der Durchblutung wurden – immer im Vergleich zur Volarseite und zur unverletzten Hand – in je vier Abstufungen notiert.

Beispiel:

Hautfärbung:

Lokalisation : D2 li. Grundglied	**dorsal**	**volar**	**rechts**	**links**
	livide	**blaß**	**rot**	**seitengleich**

Dann wurde in acht Parametern (derb±, reizlos ±, unverschieblich ±, Hautkontraktur ±, funtionshemmend ±, Länge, Breite, Farbe) die Narbenbildung beschrieben.
Danach wurde eine Messung der Bewegunsausmaße der Fingergelenke im Vergleich zum entsprechenden Finger der gesunden Hand vorgenommen. Mit dem von BUNNELL beschriebenen Winkelmesser wurden die aktiven und passiven Beweglichkeiten – bei Verletzungen der Sehnen proximal der Junkturae intertendineae auch die des Handgelenks – gemessen. Hier liegen die normalen Bewegungsausmaße laut v. LANZ in der Volar- und Dorsalflexion bei je 90 und in der Radial- und Ulnarabduktion bei je 30. Anschließend wurden, wieder im Vergleich zur Gegenseite der kleinste aktiv erreichbare Abstand zwischen Fingerkuppe und distaler Handbeugefalte (Fingerkuppen-Hohlhand–Abstand/FKHA) gemessen. Speziell

bei Zeigefingersehnenverletzungen wurde der maximale Daumenkuppen-Zeigefingerkuppen-Abstand (Auffindung okkulter Verwachsungen) und bei Kleinfingersehnenverletzungen der minimale Daumenkuppen-Kleinfingergrundgelenk-Abstand gemessen.
Geprüft wurde weiter die normale, verminderte oder aufgehobene Funktion von Faustschluß, Tragegriff, Spitzgriff und bei Zeigefingersehnenverletzungen die des Schlüsselgriffs. Weiterhin wurden gemessen die Umfänge der Finger , der Mittelhand unter Ausschluß des Daumens, des Handgelenks, des Unterarms 10 cm distal und des Oberarms 10 cm proximal des Epicondylus ulnaris. Wie hier, so erfolgte auch die Messung der Kraft von Beugung und Streckung in den Fingergelenken gegen den Widerstand der Hand des Untersuchers im Vergleich zur gesunden Seite.
Im dritten Teil der Untersuchung wurde die Sensibilität geprüft.

1. Zwei-Punkte-Unterscheidungsvermögen. Prüfung des kleinsten wahrgenommenen Abstandes mit einer Heftklammer im Vergleich zu einem Nachbarfinger und dem entsprechenden Finger der Gegenseite bei geschlossenen Augen des Patienten.

2. Aufsammeltest kleiner Gegenstände. Unsicherheit gegenüber der gesunden Hand wurde registriert.

3. Taktile Gnosis. Drei kleine Gegenstände (Kügelchen, Nagel, Schraube) sollen bei Berührung mit der Kuppe des operierten Fingers und der Streckseiten der Phalangen erkannt werden.

Bei einem Abstand von über 10 mm beim Zwei-Punkte-Unterscheidungstest wurde die Untersuchung durch den Ninhydrintest (MOBERG) abgeschlossen.

In der folgenden Auswertung der Untersuchungen werden nur die pathologischen Einzelbefunde aufgeführt.
Da die Probleme in den einzelnen Regionen so unterschiedlich sind, soll zunächst auf eine Zusammenstellung der speziellen Verletzungsdaten und der operativen Möglichkeiten im ganzen Strecksehnengebiet verzichtet werden. Die einzelnen Regionen werden als „autonom" betrachtet. Ein Überblick wird am Schluß angefügt.

I. Verletzungen der Strecksehnen an Unterarm, Handgelenk und Handrücken.

Diese drei Regionen werden zusammen abgehandelt. Nach Ansicht von SCHINK, LAMESCH, BUNNELL, BÖHLER sowie der meisten anderen Autoren haben Verletzungen in diesen Bereichen die besten Prognosen. Auch als Operationsvorschläge findet man in der Literatur einfache, haltbare Nahtmethoden. Die Achternaht, die Ausziehdrahtnaht nach BUNNELL oder andere einfache Nahtmethoden werden von SCHINK, BUNNELL, BÖHLER, LAMESCH empfohlen. Die Viereckнaht nach ISELIN geben BEYER und GÜLGONEN–VLASICH an. Der relativ schwierigste Bereich, das Gebiet des Ligamentum carpi dorsale, ist topisch unbedeutend. In unserem Krankengut verletzte sich hier nur ein Patient an allen Strecksehnen. SCHINK gibt als Therapie eine einfache Naht nach Spaltung oder Resektion der Sehnenscheiden an.

Die anatomischen Verhältnisse am Handrücken erschweren das therapeutische Vorgehen häufig dadurch, daß sie besonders ausgedehnten Traumatisierungen von Knochen, Weichteilen und Sehnen ausgesetzt sind.

Am Handrücken waren in unserem Krankengut 46,5 % der Verletzungen auf Quetschungen und kombinierte Traumata und weitere 15 % auf schwere Kreissägeverletzungen zurückzuführen. Etwa 60 % der Sehnenverletzungen in diesem Gebiet waren mit erheblichen Nebenverletzungen verbunden. Die Defekte erforderten zum Teil Sehnentransplantationen, die erst lange Zeit nach dem Unfall durchgeführt werden konnten.

Die Verletzungen im Unterarm- und Handgelenksbereich waren mit einer Ausnahme glatte Durchtrennungen.

Das klinische Bild einer Strecksehnendurchtrennung proximal der Connexus intertendinei ist klar: Handelt es sich nur um eine Sehne, so resultiert eine teilweiser Ausfall der Streckung im Grundgelenk. Sind die Nachbarsehnen mitbetroffen, so kann das Grundglied überhaupt nicht mehr gestreckt werden.

Eigene Untersuchungen an 56 Verletzungen (26 Patienten)

A. Unterarm

9 Verletzungen an 3 männlichen Patienten

Sehr gut: 4 Fälle von Primärnähten.
Gut: 4 Fälle von Primärnähten.
Schlecht: 1 Fall einer Sehnentransplantation 6 Monate nach Quetschung.

B. Handgelenksbereich

4 Verletzungen an 1 männlichem Patienten

Ausreichend: 6 Monate nach Schnittverletzung Transplantation der langen Zehenstrecker nach Resektion der Sehnenscheiden. Beugung in den Grundgelenken bis 150°, FKHA 0,5 cm.

C. Handrücken

43 Verletzungen an 22 Patienten, 13 Patienten (59 %) waren an mehreren Sehnen verletzt.

11 Verletzungen (25 %) wurden primär versorgt. 32 (75 %) kamen zur sekundären Behandlung. In 4 Fällen war außerhalb eine Primärnaht versucht worden. In 11 Fällen (79 % der insgesamt 15 Primärversorgungen) mußte später eine Tendolyse durchgeführt werden, in 2 Fällen war eine nochmalige Naht nach Resektion der Nahtstelle erforderlich.
In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Nachuntersuchung zusammengefaßt.

Nachuntersuchungstabellen über Verletzungen am Handrücken

I = Alter d. Patienten, II = Unfallart (Sch = Schnitt- u. Sägeverletzungen, Qu = Quetschungen und Kombinationsverletzungen, sR = subkutane Rupturen), III = Nummer d. verletzten Sehne (d. zugehörigen Fingers), IV = Zeit zw. Verletzung und Operation, V = Art d. Therapie, VI = Sensibilität, VII = Beweglichkeit (GG = Grundgelenk, MG = Mittelgelenk, EG = Endgelenk, FKHA = Fingerkuppen–Hohlhandabstand), VIII = Kraft.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
a) sehr gut							
18	Sch	3. li	4 Wo.	Bunnellnaht	+	+	+
27	Sch	2. li	prim.	Bunnellnaht	+	+	+
27	Sch	3. li	prim.	Bunnellnaht	+	+	+
32	Sch	3. li	5 J.	Bunnellnaht + Tendolyse	+	+	(+)
23	Sch	3. re	6 Wo.	?	Im Ulnarisgebiet	+	+
23	Sch	4. re	6 Wo.	?	pelzig	+	+
23	Sch	5. re	6 Wo.	?	"	+	+
36	Sch	3. li	2 J.	Primärnaht, dann Resektion u. Bunnellnaht	+	+	(+)
18	Sch	5. li	prim.	Bunnellnaht	+	+	+
58	Sch	2. li	prim.	Lengemann–Naht	+	+	+

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
b) gut							
42	Qu	2. re	6 Mo.	Lengemann-Naht	Verletzung der	FKHA 1cm	+
42	Qu	3. re	6 Mo.	Lengemann-Naht	N. ulnaris, +	FKHA 1cm	+
25	Sch	4. li	prim.	Kapsel- und	+	GG 180 – 110	+
25	Sch	5. li	prim.	Sehnennaht	+	GG 180 – 110	+
43	Qu	5. li	prim.	Achternaht, Tendolyse und Raffnaht	+	GG 120 – 180 MG 170 – 90 FKHA 1,5 cm	(+)
21	Sch	4. li	5 Mo.	nach Prim.-Naht Pulvertaft-Naht	+	MG 170 – 100	(+)
36	Sch	2. li	6 Mo.	Plastik aus	+	FKHA 1 cm	+
36	Sch	3. li	6 Mo	langen Zehen	+	FKHA 1cm	+
36	Sch	4. li	6 Mo	streckern nach	+	FKHA 0,5 cm	+
36	Sch	5. li	6 Mo.	Hautplastik	+	+	+
c) ausreichend							
65	sR	4. li	4 Mo.	Nach Bunnellnaht Pulvertaft	+	MG 150 – 80	+
65	sR	5. li	4 Mo.	Pulvertaft	+	MG 150 – 80	+
31	Sch	2. li	2 Mo.	Bunnellnaht	+	FKHA 4 cm	+
23	Qu	2. re	10 Mo.	Verbindung des distalen Endes mit den zentralen von D 2 u. 3 Amp. von D 3 u. 4 Frakturen, Tendol.	pelzig	FKHA 3 cm	(+)
25	Qu	3. re	6 Mo.	Bunnellnaht, 4 Op.	–	FKHA 3 cm	+
25	Qu	4. re.	6 Mo.	Pulvertaft-Naht	–	FKHA 2 cm	+
d) schlecht							
57	Qu	2. li	6 Mo.	Sehnennaht	–	Alle Ge-	(+)
57	Qu	3. li	6 Mo.	Sehnennaht	–	lenke in	(+)
57	Qu	4. li	6 Mo.	Sehnennaht	–	Streckstel-	(+)
57	Qu	5. li	6 Mo.	Sehnennaht	–	lung versteift	(+)
18	Sch	2. li	2 Mo.	nach Primärnaht Resektion und Lengemann-Naht	+	MG in 130° fix. EG 150 – 140 Sudeck	+
30	Qu	2. re	1 Mo.	Sehnennaht	am radia-	GG in 180 fix.	
30	Qu	3. re	1 Mo.	Sehnennaht	len Hand-	MG 140 – 60	
					rücken	EG 180 – 140	
30	Qu	4. re	1 Mo.	Sehnennaht	" –	MG u. EG wie D 3	
30	Qu	5. re	1 Mo.	Sehnennaht	" –	MG u. EG wie D 3	

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
40	Qu	2. li	20 J.	nach Primärnaht	–	FKHA 1 cm	+
40	Qu	3. li	20 J.	Tendolysen und	–	FKHA 5 cm	+
40	Qu	4. li	20 J.	Capsulektomien	–	FKHA 4 cm	+
40	Qu	5. li	20 J.	n. Howard	–	FKHA 3 cm	+
					(eingeschränkt sind die Grundgelenks- und Handgelenksbewegungen)		
59	Sch	2. li	prim.	Sehnennaht	(–)	FKHA 5 cm	(+)
59	Sch	3. li	prim.	Sehnennaht	(–)	FKHA 6 cm	(+)
59	Sch	4. li	prim.	Sehnennaht	(–)	FKHA 6 cm	(+)
59	Sch	5. li	prim.	Sehnennaht	(+)	FKHA 4 cm	(+)
					(eingeschränkt sind Mittel- und Endgelenksbeweglichkeit)		

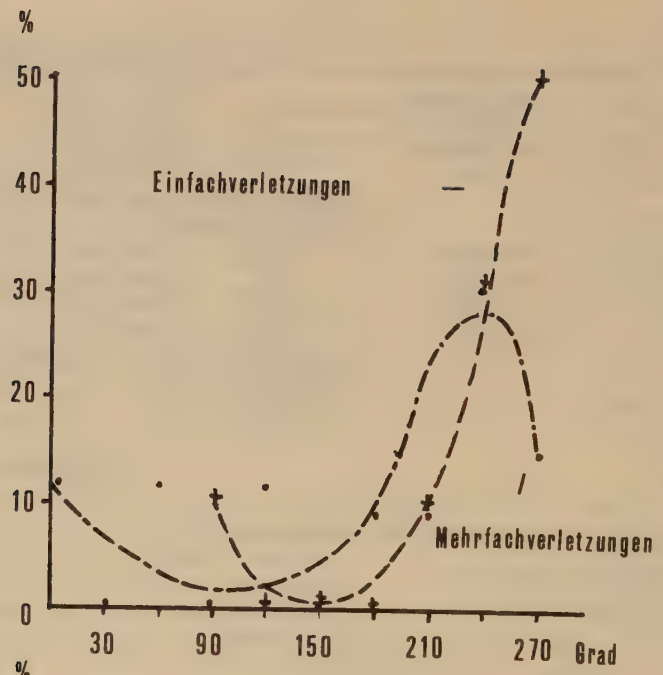
Beurteilung

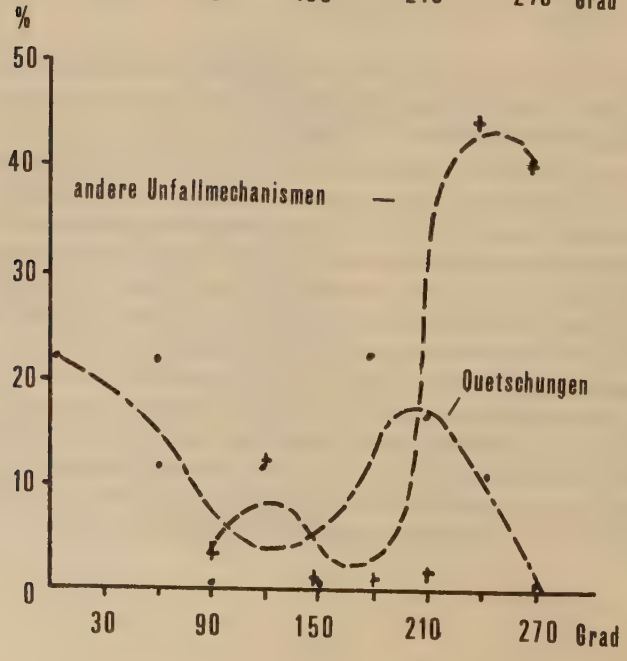
Von 43 Strecksehnenverletzungen über dem Handrücken waren:

10 (23,2 %) mit sehr gutem Erfolg
10 (23,2 %) mit gutem,
6 (14,0 %) mit ausreichendem Erfolg und
17 (39,6 %) mit schlechtem Erfolg operiert worden.

KOGGE hat 100 % sehr gute, gute und befriedigende Resultate in dieser Region, KELLY 66 % sehr gute und 34 % mäßige Erfolge. Diese guten Ergebnisse im Vergleich zu unseren dagegen stark abfallenden verlangen nach einer Deutung.

Zunächst ist zu sagen, daß das hier ausgewertete Krankengut keinen Querschnitt der Strecksehnenverletzungen darstellt, wie er etwa im Krankengut einer Unfallambulanz oder eines Durchgangs–Arzt–Betriebes gefunden wird. Der überwiegende Anteil gerade der schweren Verletzungen des Handrückens wurde aus dem oberbayerischen Raum zum Teil nach längerer allgemeinchirurgischer Versorgung in unsere handchirurgische Abteilung eingewiesen. Zum anderen haben wir die Erfahrung gemacht, daß besonders die Patienten, deren Hände eine unbefriedigende Funktion aufweisen, zur Nachuntersuchung erschienen, während Patienten, bei denen wir aus dem Krankenblatt eine gute Wiederherstellung der Funktion erwarten durften, zu einem geringeren Teil zu dieser Untersuchung kamen. Dies gilt für alle Verletzungslokalisationen. Aus der angeführten Tabelle gehen die Ursachen der unterschiedlich erfolgreichen Therapie recht deutlich hervor. Einen kardinalen Einfluß auf die Prognose hat in dieser Region der Unfallmechanismus. Sehr gute und gute Resultate wurden ausschließlich nach Schnittverletzungen ohne weitere Knochen- und Weichteiltraumata erreicht.


%
50
40
30
20
10
0
Einfachverletzungen
Mehrfachverletzungen
30
90
150
210
270
Grad


%
50
40
30
20
10
0
andere Unfallmechanismen
Quetschungen
30
90
150
210
270
Grad

Ausreichende Ergebnisse wurden in 2 Fällen nach subkutaner Ruptur bei einem 65- jährigen Rheumatiker erreicht, in 2 Fällen nach einer schweren Kreissägeverletzung am selben Patienten, die insgesamt vier Operationen erforderlich machten, und in einem Fall nach schwerer Quetschung, die Frakturen der Mittelhandknochen und die Amputation von zwei Nachbarfingern im Gefolge hatte. Der hohe Prozentsatz an schlechten Resultaten ging zu 70,5 % auf Quetschverletzungen zurück. In diesen Fällen (12 Quetschungen) waren sämtliche Sehnen am Handrücken durchtrennt. Im ganzen hatten 94 % der Patienten, die ein schlechtes Ergebnis in dieser Region aufwiesen, mehrere Sehnen bei einem Unfall traumatisiert.

Zusammenhang zwischen Verletzungsart und Behandlungsergebnis im Bereich des Handrückens

Verletzungsart	Behandlungsergebnisse (in % der Pat. gleicher Notenstufen)			
	sehr gut	gut	ausreichend	schlecht
Quetschungen	–	30,0	50,0	70,5
Schnitte u.a.	100,0	70,0	50,0	29,5
	100,0	**100,0**	**100,0**	**100,0**
Mehrfachverletzungen an 2 Sehnen	14,3	40,0	50,0	–
an 3 Sehnen	14,3	–	–	–
an mehr als 3 Sehnen	–	20,0	–	80,0
Einfachverletzungen	71,4	40,0	50,0	20,0
	100,0	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Weitere Parameter, deren Einfluß weit weniger signifikant für die zu erwartenden Erfolge einer operativen Behandlung erscheint, sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

Ein Fall eines schlechten Ergebnisses, der 20 Jahre nach der Verletzung in unsere Behandlung kam, wurde nicht in die obige Statistik aufgenommen.
Zwischen der Art der Naht und dem funktionellen Ergebnis konnte in dieser Region keine Parallelität gefunden werden.

	sehr gut	gut	ausreichend	schlecht	
Durchschnittsalter der Patienten	30,6	33,4	36,0	48,0	Jahre
Durchschnittlicher Zeitraum zwischen Unfall und Operation	3,0	5,3	5,0	2,3	Monate

Eine differenzierte Aufstellung der Nebenverletzungen erübrigt sich, da sie naturgemäß in der Gruppe der durch schwere Quetschungen und kombinierte Traumata bedingten schlechten Resultate zu finden sind.

Die Entscheidung, ob eine Primär- oder eine Sekundärversorgung vorzuziehen sei, hing grundsätzlich vom Zustand der Wunde ab. Nach Möglichkeit wurde eine Primärnaht angestrebt. Die gesamte verwendete Literatur stützt diese Auffassung. Zwei Drittel unserer Primärnähte brachten sehr gute bis gute Resultate.

In allen Fällen wurde nach einer Ruhigstellung von etwa vier Wochen eine intensive Nachbehandlung angeschlossen. Vielfach war aber eine weitere Kontrolle der Nachbehandlung nicht möglich, da die Patienten zu weite Anreisewege hatten.

II. Verletzungen der Strecksehnen über dem Grund- und Mittelglied

Auch diese Lokalisation von Verletzungen nimmt in der Literatur einen außerordentlich geringen Raum ein. Es fehlen sowohl differenzierte Angaben über die Häufigkeit der Verletzungen als auch über ihre spezielle Behandlung. Die gelenknahen Verletzungen werden bei zahlreichen Autoren im Rahmen der Verletzungslokalisation über den entsprechenden Gelenken behandelt.
Da die Verhältnisse an der Grund- und der Mittelphalanx sich nicht wesentlich unterscheiden (die Sehnen laufen hier dem Periost locker aufliegend unter der verschieblichen Haut der Finger) sollen sie gemeinsam untersucht werden.

A. Grundphalanx

Nachuntersucht wurden 7 Verletzungen an 5 männlichen Patienten. Die Verletzung trat häufig kombiniert mit einer Gelenksverletzung der Nachbarfinger auf (Kreissäge).
Eine bevorzugte Verletzung eines bestimmten Fingers konnte nicht gefunden werden.
Sehr gute Ergebnisse wurden nicht erzielt, gute in 3 Fällen am selben Patienten, die nach einer Primärversorgung eine Resektion der Nahtstellen mit Sehnenverkürzung und erneuter Bunnell-Naht erforderten. Endgradige Streckhemmung im Endgelenk um 20°. Ausreichende Resultate brachte 1 Fall, der 7 Monate nach einer andernorts durchgeführten Sehnenplastik zur Operation kam. Eine Raffnaht nach GEORG führte zu einer Grundgelenksbeweglichkeit von 150 – 90 bei einem FKHA von 1 cm und Sensibilitätsstörungen über Grund- und Mittelgelenk. Schlechte funktionelle Ergebnisse brachten 3 Fälle, 2 schwere Quetschverletzungen und eine Schnittverletzung mit Durchtrennung von Nerven und Gefäßen.
Alle Fälle wiesen erhebliche Durchblutungsstörungen auf.

Fall 1: Plastik 3 Mo. nach Verletzung, GG 155 – 130°, MG 170 – 120°, EG in 180° versteift, FKHA 6 cm (Nachbarsehnen im Bereich des Unterarms durchtrennt, ebenfalls Transplantate).

Fall2: Primärversorgung einer Quetschverletzung mit erheblichen Verletzungen mehrer Finger, Mehrfachriß der Strecksehne, MG und EG in 180° versteift, Sudeck'sche Atrophie.

Fall 3: Sehnennaht 4 Wochen nach Schnittverletzung, MG 100 – 80°, Fehlen der Sensibilität im End- und Mittelglied.

(Erklärung der Abkürzungen auf Seite 21)

B. Mittelphalanx

Nachuntersucht wurden 8 Verletzungen an 7 Patienten. Hier fiel auf, daß die linke Hand etwa 7 mal so oft betroffen war wie die rechte. Alle Verletzungen wurden sekundär versorgt. Sehr gute Ergebnisse fanden wir in drei Fällen. Ein Fall kam 6 Wochen nach der Verletzung zur Naht und erreichte eine normale Beweglichkeit bei Sensibilitätsstörungen über dem Mittelglied und Durchblutungsstörungen. Ein zweiter Fall einer Spontanruptur kam nach einem Jahr durch eine Raffnaht nach GEORG ad integrum, ein dritter (Kind) wurde nach einer Schnittverletzung erfolgreich mit einer Wintersteinschiene behandelt.
Als ausreichend beurteilten wir die restlichen 5 Fälle. Zwei davon zeigten eine Fixierung des Endglieds in 180 und 170, zwei weitere an einem 63-jährigen Patienten bei freier Streckung Beugeeinschränkungen bis zu einem FKHA von 3 und 2 cm.

Beurteilung

Das besondere Problem der Strecksehnenverletzung über den Phalangen scheint die Häufigkeit der Mitverletzung von Nerven und vor allem Gefäßen zu sein. Auch unter den besten Resultaten war eines mit deutlichen Zeichen einer Minderdurchblutung. Nach GÜLGÖNEN-VLASICH ist auch die Verwachsungsgefahr zwischen der Sehne und der Haut über den Phalangen besonders groß. Dies erklärt wohl die in einigen der beschriebenen Fälle zu diagnostizierende Fixierung des Endglieds.

Sehr gute Ergebnisse	in 20 %
gute Ergebnisse	in 20 %
ausreichende Ergebnisse	in 40 %
schlechte Ergebnisse	in 20 %

Die Hälfte der Verletzungen war von Sensibiltätsstörungen begleitet.

III. Verletzungen der Strecksehnen über dem Grundgelenk

Die Problematik der Verletzungen über dem Grundgelenk der Finger findet in der Literatur ein weit größeres Interesse als die der weiter proximal gelegenen Abschnitte des Streckapparates. Denn neben der Durchtrennung der Sehne spielen die erhöhte Gefahr einer Minderdurchblutung im Fingerbereich, wie sie schon bei den Verletzungen über den Phalangen zu verzeichnen war, eine zusätzliche Verletzung von Gelenk und Bändern, die auf Kosten der Gelenkstabilität gehen, eine wesentliche Rolle.

Das klinische Bild einer Sehnendurchtrennung distal der Connexus intertendinei oder über dem Grundgelenk wird deutlich durch eine teilweise Streckunfähigkeit im Grundgelenk und eine Überstreckung in den beiden distalen Gelenken beim Versuch, den Finger aktiv zu strecken.

Die Enden einer durchtrennten Sehne sind hier – im Gegensatz zum Handrücken – immer in der Wunde auffindbar (ISELIN, BEYER). Die Sehnenstümpfe können durch eine einfache Achternaht, wie sie BUNNELL, DICK, ENDER, KROTSCHECK, MOBERG u.a. empfehlen, adaptiert werden. Wegen der Luxationsgefahr der Sehne in die Zwischenfingerfalte rät A. WILHELM in jedem Fall bei einer Verletzung in diesem Bereich zur baldigen Operation.

Die Empfindlichkeit der Gelenksfunktion im Grundgelenk ist besonders groß, da Bandverletzungen die Stabilität dieses funktionellen Kugelgelenks stark herabsetzen. Dafür spricht auch die häufig zu findende ulnare Deviation nach der Capsulektomie nach HOWARD, die A. WILHELM beschreibt. Die subkutane Ruptur, die vom Grund- zum Endgelenk an Häufigkeit zunimmt (BÖHLER), stellt an der Sehnenplatte über dem Grundgelenk praktisch nie einen Querriß, sondern meist einen teilweisen Längsriß der Sehne mit Abgleiten in die Zwischenfingerfalte dar. Der Abriß der seitlichen, nach volar verspannten Faserzüge führt zum selben Bild. LAMESCH empfiehlt hier die konservative Behandlung in Form einer Ruhigstellung, während A. WILHELM die Notwendigkeit der Operation betont.

Als Therapie bei Defektverletzungen gibt A. WILHELM die Möglichkeit einer Vernähung des distalen Sehnenstumpfes mit einer Junctura intertendinea an.

Die Schrumpfung der Kollateralbänder an diesem Gelenk, die durch lange Immobilisation auftreten kann, ist hier funktionell besonders ungünstig, da eine Fixation des Grundgelenkes in Streckstellung nach unserer Ansicht die Indikation zur Amputation des Fingers oder wenigstens zur Arthrodese in günstiger Stellung darstellt. Statt der üblichen Capsulektomie nach HOWARD, die nach der Schrumpfung der Seitenbänder in Frage kommt, gibt A. WILHELM die Excision des Kollateralbandes nach CURTIS an, die nach seinen Erfahrungen nicht zu einer Ulnardeviation des Fingers führt.

Die Versteifung der Grundgelenke ist nach A. WILHELM besonders begünstigt durch Schrumpfung der Seitenbänder sowie durch Verlötung der volaren Gelenkkapsel mit dem Metacarpalköpfchen und durch eine Schrumpfung der dorsal verdickten Gelenkkapsel (CURTIS).

Was die Häufigkeit von Verletzungen in dieser Region betrifft, so ist schwer Aufschluß aus der Literatur zu erhalten, da zum Beispiel KELLY und KOGGE die Verletzungen am Grundgelenk mit denen an Grundglied, Mittelgelenk und der proximalen Hälfte des Mittelglieds zum „proximalen Fingerbereich" zusammenfassen. Bei KELLY sind ähnlich wie bei uns etwa 40 % der Verletzungen in diesem proximalen Bereich lokalisiert, GELDMACHER findet eine Grundgelenksbeteiligung von nur 6,3 % am Gesamtverletzungsgut, bei uns beträgt der Anteil 14 %.

Nachuntersuchungen

Es wurden 15 Verletzungen an 7 Patienten nachuntersucht, unter denen nur eine Frau war. (Die Verletzungen weiblicher Patienten sind häufiger am Mittel- und Endgelenk).
Die Verletzungen an Männern gingen zu 80 % auf Kreissägeunfälle zurück, die meist mehrere Sehnenverletzungen verursachten. Bei 71 % der Patienten (5) waren alle Langfinger verletzt, entweder über den Grundgelenken oder den Grundgliedern. Auch traumatische Amputationen kamen in einzelnen Fällen vor.
Alle Fälle wurden primär genäht, fünf hier im Hause und 10 außerhalb. Die außerhalb versorgten Fälle kamen ausnahmslos wegen unbefriedigender Ergebnisse hierher in Sekundärbehandlung. 2 der hier durchgeführten Primärnähte führten zu sehr guten Ergebnissen.
Auf eine graphische Darstellung der Gelenksbeweglichkeiten wie bei den Ergebnissen der Behandlung von Mittelgelenks- und Endgelenksverletzungen (nach BOYLES) wird hier wegen der häufigen Einschränkung an drei Gelenken und der relativ geringen Anzahl an Verletzungen verzichtet.
Einfluß auf die funktionellen Ergebnissen in diesem Gebiet haben, wie die Tabelle zeigt, in erster Linie die durch den Unfallmechanismus bedingten Nebenverletzungen (Kreissäge!) sowie die Ausdehnung der Verletzung. 75 % der Patienten mit ausreichenden und schlechten Resultaten waren an allen Sehnen verletzt. Ein weiterer Faktor kommt auch dem Alter des Patienten zu.

Nachuntersuchungstabellen über Verletzungen am Grundgelenk

(Zeichen- und Abkürzungserklärung auf Seite 21)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
a) sehr gut							
43	Sch	5. li	prim.	Kapsel-, Sehnen-, Nervennaht	+	+	+
25	Sch	3. re	prim.	Sehnennaht	+	GG 180 – 95	+
46	sR	2. li	2 Mo.	Indicis-Plastik n. Iselin (es bestand Ulnardeviation wegen Fehlens von D 3).	+	+	+
b) ausreichend							
25	Qu	2. li	7 Mo.	nach Primärversor-	– über	GG 180 – 140	(+)
25	Qu	3. li	7 Mo.	gung alio loco	GG	FKHA 2,5 cm	(+)
25	Qu	4. li	7 Mo.	Capsulektomien n.	–	Sudeck	(+)
25	Qu	5. li	7 Mo.	Howard, Tendolysen	–	Sudeck	(+)
26	Sch	2. li	2 Mo.	Nach Primärnaht Tendolyse u. Spaltung d. Tractus med. und lat. bei GG-Fraktur.	dorsal	MG 165 – 105 EG 165 – 130 FKHA 3 cm	(–)
30	Sch	2. re	5 Mo.	nach Primärnähten	+	GG 180 – 100	+
30	Sch	3. re	5 Mo.	Tendolysen und	+	MG 170 – 130	+
30	Sch	4. re	5 Mo.	teilweise Neu-	+	EG Einschr.	+
30	Sch	5. re	5 Mo.	vernähung	+	zw. 20 u. 80	+
c) schlecht							
64	Sch.	2. re	prim.	Sehnennähte bei	(+)	FKHA 5 cm	(–)
64	Sch.	3. re	prim.	multiplen Frakt.	(+)	FKHA 8 cm	(–)
64	Sch	5. re	prim.	multiplen Frakt.	(+)	FKHA 1 cm	(–)

Gute und befriedigende Ergebnisse wurden nicht gefunden.

Da (mit Ausnahme der subkutanen Ruptur) alle Verletzungen primär versorgt worden waren und zum großen Teil zu unbefriedigenden Ergebnissen führten, ist die Frage nach der Indikation zur Sekundärbehandlung in solchen Fällen von ausgedehnten Verletzungen in diesem Strecksehnenbereich zu stellen.

Verteilung der Behandlungsergebnisse Bereich des Grundgelenks

sehr gut	gut	ausreichend	schlecht	
20,0	–	60,0	20,0	% der Verletzungen
43,0	–	43,0	14,0	% der Patienten

Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Autoren werden nach der Behandlung des ganzen proximalen Fingergebietes angeschlossen.

IV. Verletzungen der Strecksehnen über dem Mittelgelenk

Dieser Region wird neben dem Endgelenk, das quantitativ die größte Rolle spielt, in der Literatur die größte Bedeutung beigemessen. Bis in die allerneueste Zeit werden immer wieder neue Operationsmethoden angegeben, um die ungünstige Knopflochstellung an diesem schwachen Punkt des Streckapparates zu korrigieren. Dieses Symptom, die fixierte Beugung im Mittelgelenk und die Überstreckung im Endgelenk resultiert aus der am Mittelgelenk sehr differenzierten Anatomie der Dorsalaponeurose.
Zwei Punkte erscheinen für Therapie und Prognose von vornherein wichtig:

a) bei der extrem ungünstigen Stellung des Gelenks werden die Gelenke in kurzer Zeit in Mitleidenschaft gezogen.

b) die zarten Seitenzügel der Dorsalaponeurose, die unter die Mittelgelenksachse abgerutscht sind, müssen ohne wesentliche Verkürzung über dieser Achse wieder vereinigt werden.

Beide Punkte erschweren die Versorgung der veralteten Verletzung.
Bevor nun auf die Therapie im speziellen eingegangen wird, soll kurz ein Wort zur Ätiologie des Knopflochphänomens gesagt werden. Während proximal des Grundgliedes ein großer Teil der Patienten Mehrfachverletzungen aufweist, sind diese im Bereich des Mittelgelenkes schon seltener (21,4 %). Die Verletzungen gehen zum überwiegenden Teil auf Schnitte an Messern, Glas, Blech und dergleichen zurück (Tabelle). 12,3 % aller subkutanen Rupturen fallen auf das Mittelgelenk, während das Grundgelenk nur 2,5 % betreffen. Gegenüber dem

Verteilung der Verletzungsmechanismen am Mittelgelenk

Verletzungsart	Anzahl	%	in % bei Hellmann
Schnitte	17	53,0	ca. 33 %
Sägeverletzungen	5	12,4	ca. 33 %
Quetschungen	6	17,3	ca. 33 %
Subkutane Rupturen	6	17,3	ca. 33 %

Vorkommen gedeckter Rupturen am Endglied fällt auf, daß Männer doppelt so oft betroffen waren wie Frauen. Die Mittelstellung der Häufigkeit der Rupturen zwischen denen am Endgelenk und denen am Grundgelenk, die viele Autoren beschreiben, läßt sich durch die einerseits weniger exponierte Position des Mittelgelenkes dem End- und andererseits die erhöhte Gefahr einer plötzlichen Abknickung um mehr als 90 Grad dem Grundgelenk gegen-

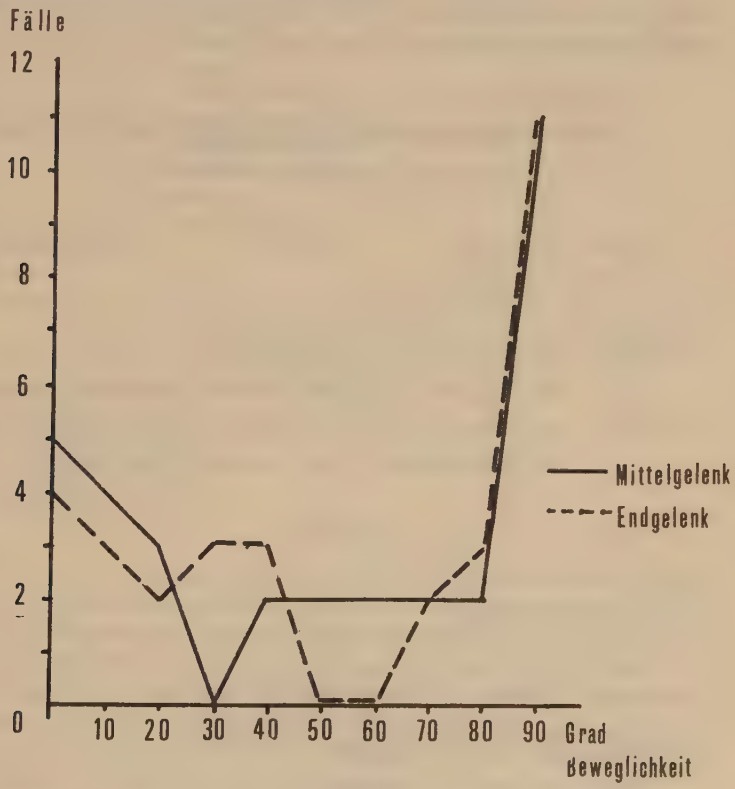
über erklären. Die rechte Hand wurde von dieser Verletzung ebenso oft betroffen wie die linke.
Die Sehne wurde über dem Mittelgelenk sowohl bei Männern als auch bei Frauen in etwa 17 % der Fälle verletzt.

Bei der frischen Verletzung ist die Methode der Wahl nach BÖHLER, ISELIN, SCHINK u.a. eine quere Ausziehdrahtnaht oder Dychno-Bunnell-Naht. A. WILHELM rät zur Lengemann-Naht in geeigneten Fällen. Die frische Verletzung läßt laut HELLMANN noch eine teilweise Streckung des Mittelgliedes mit Hilfe der lateralen noch nicht ganz unter die Drehachse abgesunkenen Zügel zu. In diesem Zustand können die Enden des Tr. medialis, wenn kein Defekt vorliegt, direkt vereinigt werden.

Anders liegen die Verhältnisse beim veralteten Knopflochphänomen. Da eine Gelenkschädigung sehr bald eintreten kann raten HELLMANN u.a. unbedingt zur primären Versorgung. Die zunehmende Defektbildung bei länger zurückliegenden Fällen macht meist eine Plastik notwendig. Die Fowler-Plastik, bei der ein Sehnentransplantat unter der Strecksehne durchgezogen wird und nach Kreuzung mit den Einstrahlungen der kurzen Handmuskeln vereinigt wird, empfehlen für diesen Fall die meisten Autoren (z.B. ISELIN). A. WILHELM beschreibt in seiner Arbeit, die sich speziell mit neuen Operationstechniken in der Wiederherstellung der Mittelgelenksfunktion beschäftigt, die Methoden von KAPLAN, PLANAS DOLPHIN, FOWLER, PEACOCK, NICHOLS, LITTLER, EATON, HELLMANN u.a..
Diese sehr eindrucksvollen Verfahren sollen hier nicht näher besprochen werden, da sie in unserem Krankengut nicht zur Anwendung kamen.
Wenn in den bisher besprochenen Regionen allgemeine Nahtmethoden, die sich in der Sehnenchirurgie der Hand bewährt haben, wie etwa die Durchflechtungsnaht nach Pulvertaft, die Ausziehdraht nach Dychno-Bunnell, die Naht auf Entfernung nach Lengemann, bei richtiger Verarbeitung an prognostischer Bedeutung gegenüber anderen Faktoren in den Hintergrund treten, so scheint bei der plastischen Wiederherstellung der Mittelgelenksfunktion doch die Methode eine wichtige Rolle zu spielen. Ein Maximum an Haltbarkeit und ein Minimum vor allem an Fremdkörpereinbringung sind das Ziel bei der Weiterentwicklung solcher Plastiken, wie die neueren Methoden in der Arbeit von A. WILHELM zeigen.
Das Knopflochphänomen, das meist mit Rötung und bleibender Schwellung einhergeht, bietet neben der erheblichen Behinderung eine echte Entstellung der Hand, wie sie bei anderen Verletzungen eines einzelnen Fingers kaum gefunden wird. Daß dieses Problem aber auch quantitativ von Bedeutung ist, zeigen die Zahlen von HELLMANN: 2 % aller handchirurgischen Operationen betrafen bei ihm eine Strecksehnenverletzung über dem Mittelglied. In unserem Strecksehnengut machte die Verletzung 1/6 aus, wobei zu berücksichtigen ist, daß es sich meist um Einzelverletzungen handelte, sodaß die Wiederherstellungen mit 21 % der Operationen zu Buche schlugen.

Nachuntersuchungen

Zur Nachuntersuchung kamen 28 Verletzungen an 23 Patienten. Da es sich hier um eine umschriebene Verletzung eines distalen Gelenks handelt, soll die Darstellung nach BOYLES einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren der Verletzung und dem operativen Ergebnis erleichtern.



Diese Darstellung zeigt eine auffallende Übereinstimmung in den Beweglichkeitsausmaßen des Mittel- und Endgelenkes im Bereich der schlechten und der besonders guten Ergebnisse. Außerdem macht die Kurve, deren statistische Aussagekraft natürlich durch die relativ ge-

ringe Anzahl der Fälle begrenzt ist, deutlich, daß unser Bewertungsmaßstab für diese komplizierteste Verletzung im Strecksehnenbereich sehr streng ist. Bei dieser Stellung der Finger ist auch bei Resultaten, die wir mit „ausreichend" und „schlecht" bewertet haben, häufig noch ein Faustschluß möglich. Der Begriff „schlecht" bedeutet also in diesem Fall keine Funktionslosigkeit des Fingers, sondern vor allem einen Streckverlust, der zum Teil durch kompensatorische Überstreckbarkeit im Endgelenk ausgeglichen wird. Über die dargestellten Fälle sei hier ein summarischer Überblick gegeben, der die Graphik erläutert.

Tabelle der Behandlungsergebnisse bei Verletzungen über dem Mittelgelenk

(vgl. dazu Diagramm auf Seite 35)

Art der Verletzung	Zeitraum zw. Unfall und Behandlung	Therapie	Nebenverletzungen
a) sehr gut (Bewegungsausmaß im Mittel- und Endgelenk mind. 80°)			
sR	prim.	Winterstein-Schiene	–
sR	3 Mo.	Fowler-Plastik	Knochen-Knorpelschädigung
Kreissäge	prim.	Ausziehdraht-Naht	Patient wurde an 4 Fingern verletzt, Eröffnung der Grundgelenke, an 2 anderen Fingern ungünstige Ergebnisse.
Sch	6 Mo.	Fowlerplastik	–
b) gut (Bewegungsausmaß im Mittel- und Endgelenk mind. 70°)			
Qu	7 Mo.	?	–
Sch	5 J.	Raffung nach Howard	–
Qu	4 Mo.	Fowler–Plastik	–
Kreissäge	2 Mo.	Fowler–Plastik	–
c) ausreichend (Streckdefizit im Mittelgelenk bis zu 40°)			
Sch	4 Mo.	Fowler–Plastik	–
Sch	2 Mo.	Fowler–Plastik	–
Sch	prim.	Raffnaht n. Georg	–
Kreissäge	3 Mo.	?	Frakturen im Mittelgelenk
"	"	"	–
Kreissäge	prim.	Sehnen– u. Kapselnähte	(„Aufgeschobene Dringlichkeit")
Qu	4 Mo.	Fowler–Plastik	Sensibilität dorsal (–)
Sch	2 Wo.	Sehnennaht	Sens. und Durchblutung (–)
sR	3 Mo.	Sehnennaht, Tendolyse	

Art der Verletzung	Zeitraum zw. Unfall und Behandlung	Therapie	Nebenverletzungen
d) schlecht (Arthrodesen oder Streckausfall im Mittelgelenk über 40°)			
Qu	4 Mo,	Fowler–Plastik	Sensibilität (–)
Kreissäge	prim.	Sehnen- und Kapselnaht	(„Aufgeschobene Dringlichkeit")
sR	1 Mo.	Raffnaht	–
Sch	10 J.	Fowler–Plastik	Arthrose im Mittelgelenk
Kreissäge	3 Mo.	Capsulektomie nach Howard, Sehnennaht	–
Sch	4 Mo.	Kapsel- und Fowler–Plastik	Luxationsfraktur
Qu	4 Mo.	Fowler–Plastik	

N.B.

Die Patienten mit **sehr guten** Ergebnissen sind im Durchschnitt 37 Jahre,
mit guten Ergebnissen sind im Durchschnitt 42 Jahre,
mit ausreichenden Ergebnissen sind im Durchschnitt 37 Jahre,
mit schlechten Ergebnissen sind im Durchschnitt 40 Jahre.

Beurteilung

Die graphische Darstellung zeigt, daß sich die Ausmaße der Beweglichkeit zwischen 80 Grad und 20 Grad im Mittelgelenk verhältnismäßig homogen verteilen, während der Übergang zu den besonders schlechten und den besonders guten Beweglichkeiten abrupt erfolgt. In diesen Bereichen fällt auch die Paralellität zwischen der Mittelgelenks- und Endgelenksbeweglichkeit auf. Zu der Beweglichkeit im Mittelgelenk ist noch zu sagen, daß ein Ausmaß von 50 Grad zwischen 130 Grad und 80 Grad natürlich wesentlich störender ist als ein solcher zwischen 170 Grad und 120 Grad. Hier kommen alle Möglichkeiten einigermaßen gleich häufig vor. Faßt man sehr gute und gute Ergebnisse gegenüber den ausreichenden und schlechten zusammen, so finden sich bei Patienten der ersten Gruppe mit einer Ausnahme Einzelverletzungen, während Patienten mit ausreichenden und schlechten Ergebnissen zu etwa 50 % an mehreren Fingern verletzt waren. Dabei fällt im Unterschied zu anderen bereits besprochenen Verletzungsregionen auf, daß die Resultate an einem Patienten bei zwei benachbarten Fingern sehr unterschiedlich ausfallen können.
60 % der sehr guten Ergebnisse waren primär versorgt worden. In allen anderen Bewertungs-

gruppen war der Anteil an Primärversorgungen geringer. Außerdem läßt sich aus diesen Ergebnissen schließen, daß subkutane Rupturen bei jüngeren Patienten eine günstige Prognose haben. Keines der sehr guten Operationsergebnisse betrifft eine Verletzung durch Quetschung.
Das Alter des Patienten scheint bis zum 50. Lebensjahr keine signifikante prognostische Bedeutung zu haben. Das Alter der Verletzung zum Zeitpunkt der Operation dagegen, ein wesentlicher Parameter einer eventuellen Gelenksschädigung, beeinflußt das Ergebnis der Wiederherstellung. Auch biologische Überlegungen unterstützen die Annahme, daß eine völlige Wiederherstellung nach einer Knopflochstellung von 2 Monaten kaum noch möglich ist.
Operationstechnisch bringt die Primärnaht die besten Ergebnisse, sofern sie möglich ist. Der Zustand der Wunde, der die Indikation zur Sekundärbehandlung diktiert, ließ aber in

Ergebnisse bei 12 Fowlerplastiken

sehr gut	**2**	**(= 40 % der sehr guten Ergebnisse)**
gut	**2**	**(= 50 % der guten Ergebnisse)**
ausreichend	**4**	**(= 36 % der ausreichenden Ergebnisse)**
schlecht	**4**	**(= 50 % der schlechten Ergebnisse)**

dem überwiegenden Teil der Fälle, die ungünstige Resultate aufwiesen, keine Wahl. Ein Patient, der nach den Richtlinien der „Urgence avec Operation differée" nach ISELIN behandelt wurde, kam zu einem unbefriedigenden Ergebnis.
Die Versuche eines sekundären plastischen Ersatzes für den abgerissenen Tractus medialis (Fowlerplastik) gelangen sehr unterschiedlich, wofür nur zum Teil das Alter der Verletzung und der Unfallmechanismus verantwortlich gemacht werden können.
Das Können des jeweiligen Operateurs sowie die Aktivität des Patienten bei der physikalischen Therapie spielen hier eine ganz wesentliche Rolle.

Durchschnittlicher Zeitraum zwischen Unfall und Behandlung bei Verletzungen über dem Mittelgelenk

sehr gut	**1,8 Monate**
gut	**4,3 Monate** (Extrem 5 Jahre nicht eingerechnet)
ausreichend	**2,0 Monate**
schlecht	**2,9 Monate** (Extrem 10 Jahre nicht eingerechnet)

Eine statistisch gültige Aussage müßte aus einem großen Krankengut etwa gleichartiger Verletzungen (Schnittverletzungen) gewonnen werden.

Bei den Strecksehnenverletzungen über dem Mittelgelenk wurden gefunden:

	in % der Verletzungen	in % der Patienten
sehr gute Ergebnisse	17,9	17,4
gute Ergebnisse	14,3	17,4
ausreichende Ergebnisse	39,2	
schlechte Ergebnisse	28,6	65,2

V. Verletzungen der Strecksehnen über dem Endgelenk

Zunächst einige Fakten zu dieser Verletzungsregion:

1. Häufigste Strecksehnenverletzung)KOGGE, KELLY, BÖHLER u.a.).
   Häufigste Subkutanruptur (H. GEORG u.a.).
   Häufigste Sehnenverletzung überhaupt (BÜNNIGE).
   In unserem Krankengut steht zwar in der Aufschließung nach Verletzungen wegen der Mehrfachverletzungen der Handrückenbereich an erster Stelle, bei einer Aufstellung der Unfälle (Patienten) aber mit Abstand ebenfalls das Endgelenk (36 % der Patienten).

2. Hoher Anteil an subkutanen Rupturen (57 %).

3. Altersabhängigkeit, deren Ursache wiederum in der Häufigkeit gedeckter Abrisse liegt. Häufung bei älteren Frauen (RÖSSLER u.a.). Durchschnittsalter 41 Jahre. (Bei BÜNNIGE 37 Jahre).

4. Häufung knöcherner Ausrisse (bei KOGGE über 50 % der Subkutanruptur, bei BÜNNIGE 43 %, bei uns nicht sicher zu ermitteln).
   Die Gründe sind in der bereits besprochenen Histologie des Sehnenansatzes am Knochen zu suchen.

5. Neigung der gedeckten Rupturen zur Spontanheilung, die aber wegen der Sehnenverlängerung, die ohne Ruhigstellung in geeigneter Stellung eintritt, wertlos ist.

Der Mechanismus des subkutanen Abrisses, hat eine typische Ätiologie. Die Verletzungen gehen zum großen Teil auf hauswirtschaftliche Unfälle zurück (61 %). Der Rest geht zu Lasten der Sport- (14 %) und Arbeitsunfälle (25 %). Stürze auf das gestreckte Endglied, Abknicken im gestreckten Endgelenk beim Bettenmachen, Anziehen und das Einklemmen und Anstoßen der Endphalanx führen im Haus zu Rupturen, bei den Sportunfällen fanden wir als Ursachen des Sehnenrisses den berühmten Medizinball (A.N. WITT) möchte ihn als Sportgerät abschaffen lassen), den Sturz beim Wandern, Bergsteigen und Skifahren, bei den Arbeitsunfällen waren es auch hauptsächlich Stürze, die zu den Sehnenabrissen führten.
Die Diagnose des geschlossenen Sehnenrisses ist unter Umständen nicht so leicht und klar wie in anderen Regionen. Das Bild des Hammer–Fingers oder Mallet–Fingers (das Endglied kann beim Streckversuch nicht gehoben werden) gleicht in der Symptomatik zum Beispiel einer Fraktur des Fibrocartilago volaris des Mittelgelenks sowie einer Überstreckungsfraktur mit Absprengung im Endgelenk. Bei Kindern gleicht sie einer distalen Epiphysenfraktur und unter Umständen einer Arthritis des Endgelenks (Differentialdiagnose nach KLEINSCHMIDT u.a.). Die Notwendigkeit einer Röntgenaufnahme ist differentialdiagnostisch und therapeutisch (Nachweis einer Busch'schen Fraktur) begründet.

Die Busch'sche Fraktur unterscheidet sich auch durch genau lokalisierten Druckschmerz vom einfachen Abriß (KLEINSCHMIDT, A. WILHELM).
Subjektiv empfindet der Patient eine schmerzhafte Schwellung im Endgelenksbereich, die besonders ausgeprägt beim passiven Streckversuch wird. H. GEORG beschreibt bei dieser Verletzung das Phänomen der Stereognostik (jeder Gegenstand erscheint dem verletzten Finger größer als er ist). Über die Behinderung bei der Arbeit machen die Patienten verschiedene Angaben. Nach unseren Erfahrungen fühlen sich besonders die Frauen durch den kosmetischen Mangel mehr gestört als durch funktionelle Einschränkungen. Auch Patienten mit ungünstigen Behandlungsergebnissen können zum Teil Schreibmaschine schreiben oder Musikinstrumente spielen, während andere mit wesentlich besseren funktionellen Ergebnissen über ständige Behinderung klagen. Darin ist wohl auch die Ursache zu sehen, weshalb eine relativ große Gruppe von Patienten erst in ärztliche Behandlung kommt, wenn das Gelenk in Beugestellung versteift ist. Als Therapie wird in der Literatur praktisch einheitlich eine möglichst frühzeitige Ruhigstellung angegeben.
LAMESCH, RÖSSLER, JONASCH, STRACKER, KLEINSCHMIDT, A. WILHELM, ISELIN, RETTIG, EICHLER, BÖHLER, GÜLGÖNNEN–VLASICH, H. GEORG, MITTELBACH u.a. raten in jedem Fall, der nicht wesentlich älter als 8 Tage ist, zunächst eine konservative Behandlung durch Ruhigstellung zu versuchen und erst bei Mißerfolg nach etwa 4 Wochen operativ vorzugehen.
In der Methode der Ruhigstellung unterscheiden sich die Autoren, während als Zeitangabe meist 4 – 6 Wochen gefunden wird. Die Fixierung mit Kirschnerpin schlagen MITTELBACH, KELLY, BÖHLER, RETTIG, EICHLER vor, in Kombination mit dem MOMMSEN-Gips wenden ihn SCHINK und KLEINSCHMIDT an. Der Mommsen-Gips wird von A. WILHELM und JONASCH (Cellona) in einer modifizierten Form bevorzugt. Der Anwendung des Mommsen-Gipses liegt die Überlegung von BUNNELL zu Grunde, daß sich bei Beugung des Mittelgelenks, also bei Entspannung der Dorsalaponeurose, die beiden Enden einer über dem Endgelenk getrennten Sehne um 3 mm nähern. Die ungünstige Fixation des Mittelgelenks und die erhebliche Behinderung der ganzen Hand der Patienten während eines Monats sowie die hervorragenden Ergebnisse mit der Streckschiene nach WINTERSTEIN haben uns aber ganz von der MOMMSEN'schen Methode abgebracht. Eine solche Streckschiene wird von LAMESCH, STRACKER, RÖSSLER, ISELIN und anderen in etwas unterschiedlichen Ausführungen empfohlen.
Die Gefahren der temporären Arthrodese mit Kirschnerdraht bestehen in einer schleichenden Infektion, weshalb NIGST u.a. dieses Verfahren ablehnen sowie in einer arthrotischen Veränderung der Gelenke. Fälle, die älter als einige Tage und einer konservativen Behandlung nicht mehr zugänglich sind, erfordern ebenso wie die offenen Verletzungen, zu denen wir wegen der Beteiligung des umliegenden Gewebes im Gegensatz zu einigen Autoren auch die Quetschtraumata rechnen, ein operatives Vorgehen. Nach Spontan-

heilung subkutaner Rupturen bietet sich die Raffnaht nach GEORG bzw. HOWARD an. (RETTIG, EICHLER, STRACKER, BUNNELL, JONASCH u.a.). Die Sehnendoppelung nach PULVERTAFT verwendet LAMESCH nach dem Versagen einer konservativen Methode, stellt aber die Indikation erst 2 – 3 Monate nach dem Trauma und auf Initiative des Patienten. Außerdem empfehlen BÖHLER und RÖSSLER die Ausziehdrahtnaht nach DYCHNO–BUNNELL bei offenen Verletzungen.
KLEINSCHMIDT und A. WILHELM halten übrigens die Anwendung eines Mommsen–Gipses auch nach einigen Wochen noch für aussichtsreich.
Beispiele aus der Literatur, die für die Strecksehnendurchtrennung über dem Endglied außerordentlich umfangreich ist, können in der vorliegenden Arbeit nicht erschöpfend angeführt werden.

Nachuntersuchungen

Zur Nachuntersuchung kamen 31 Verletzungen an 30 Patienten. Das folgende Diagramm der Beweglichkeit des Endgliedes zeigt als Optimum 90 Grad. Dieses Bewegungsausmaß ist nur bei Beugung im Mittelgelenk um 90 Grad erreichbar. Ihm entspricht bei Fixierung des Mittelgelenks eine aktive Beweglichkeit von 70 Grad (v. LANZ), also eine Beugung bis zu 120 Grad.
Der Kurvenverlauf teilt die Verletzungen in zwei Gruppen ein, die in erster Linie durch die Art der Verletzung erklärt werden.

Nachuntersuchungstabellen über Verletzungen am Endgelenk

In diese Tabelle wurde aus Gründen der Signifikanz auch das Geschlecht der Patienten aufgenommen.

a) sehr gut

I. Subkutane Rupturen

47 J.	männl.	–	nach 2 Wochen	Kirschnerdraht
35 J.	männl.	–	nach 3 Tagen	Winterstein–Schiene
57 J.	männl.	–	nach 3 Tagen	Winterstein–Schiene
55 J.	weibl.	–	nach 3 Monaten	Raffnaht nach Georg
57 J.	weibl.	–	nach 3 Tagen	Streckgips
28 J.	männl.	–	?	Winterstein–Schiene
35 J.	weibl.	–	nach 2 Tagen	Kirschnerdraht und Mommsen–Gips
?	weibl.	–	?	Winterstein–Schiene

II. Schnittverletzungen

31 J. männl.	–	nach 1 Monat	Kirschnerdraht und Bunell-Naht
63 J. männl.	–	?	Bunnell–Naht

III. Quetschungen

31 J. männl.	–	nach 1 Woche	Naht nach Howard

b) gut

I. Subkutane Rupturen

50 J. weibl.	–	nach 2 Wochen	Winterstein–Schiene
55 J. weibl.	–	nach 1 Tag	Kirschnerdraht und Mommsen-Verband
73 J. weibl.	–	nach 1 Monat	Transplantation der Sehne d.M. palmaris longus mit transossärer Fixation nach Bunnell
44 J. männl.	–	?	Kirschnerdraht und Streckschiene

II. Schnittverletzungen

45 J. männl.	–	nach 1 Monat	Doppelung n. Pulvertaft Kirschnerdraht

c) ausreichend

I. Subkutane Rupturen

46 J. weibl.	–	nach 2 Monaten	Raffnaht nach Georg
32 J. weibl.	–	nach 4 Monaten	Palmaris-longus-Transplantat
45 J. weibl.	–	nach 6 Wochen	Raffnaht nach Georg
36 J. weibl.	–	nach 6 Wochen	Raffnaht nach Georg
53 J. weibl.	–	nach 1 Woche	Raffnaht nach Georg
45 J. männl.	–	nach 3 Monaten	Raffnaht nach Georg
50 J. männl.	–	?	Raffnaht nach Georg
32 J. männl.	–	nach 6 Wochen	Winterstein–Schiene

II. Quetschungen

19 J. männl.	–	nach 2 Monaten	Doppelung n. Pulvertaft

d) schlecht

I. Subkutane Rupturen

46 J. weibl.	–	nach 2 Monaten	Doppelung nach Pulvertaft
38 J. männl.	–	?	Raffnaht nach Georg

II. Quetschungen

41 J. männl.	–	nach 2 Monaten	Raffnaht nach Georg
18 J. männl.	–	nach 2 Monaten	Palmaris-longus-Transplantation
18 J. männl.	–	nach 9 Monaten	Lengemann-Naht

Anmerkung: In dieser Region wurden Arthrodesen von ca. 150 Grad als ausreichende Ergebnisse gewertet, da sie eine Besserung gegenüber dem präoperativen Zustand darstellen. Dies trifft in 3 (30 %) der ausreichen Ergebnisse zu.

Beurteilung

Das Alter der Patienten (auch über 50 Jahre) hat im Gegensatz zu Angaben in der Literatur keinen signifikanten Einfluß auf die funktionellen Ergebnisse. Auch dem Geschlecht kann in diesem Zusammenhang keine wesentliche Bedeutung beigemessen werden. Der Hinweis von JONASCH, daß zarte Finger eine günstigere Prognose haben als schwielige, wurde – obwohl biologisch selbstverständlich – in unserem Krankengut nicht deutlich. Bei den operativen Eingriffen mit mäßigen Ergebnissen fällt sogar die starke Beteiligung des weiblichen Geschlechts auf.
Bei den Methoden operativer Art kann nach unserer Zusammenstellung keiner der angewandten Möglichkeit grundsätzlich ein Vorzug vor den anderen gegeben werden. Die Indikationen für einzelne bewährte Verfahren sollten individuell gestellt werden (MOBERG). Die wichtigsten Parameter werden in der folgenden Tabelle deutlich gemacht.

Konservative und operative Behandlung subkutaner Rupturen über dem Endgelenk und ihre Ergebnisse

	Davon konservativ	operativ innerhalb 1 Monat	über ein Monat	
35 % sehr gut	88 %	–	12 %	100 %
22 % gut	60 %	40 %	–	100 %
35 % ausreichend	13 %	13 %	74 %	100 %
8 % schlecht	–	–	100 %	100 %
100 %				

Eindeutig hat also die primäre konservative Versorgung die besten Resultate. Keine der konservativ versorgten Verletzungen hatte ein schlechtes Ergebnis. Der eine Fall, in dem eine Wintersteinschiene nur ein ausreichendes Ergebnis brachte, hatte im Endgelenk eine völlig normale Beweglichkeit, war aber in der Grundgelenksfunktion aus unbekannten Gründen eingeschränkt. Von den sehr guten und guten Ergebnissen waren 5 mit der Wintersteinschiene behandelt worden, 2 mit Kirschnerdraht und Mommsen–Gips und je eine mit Kirschnerdraht plus Streckschiene und Kirschnerdraht ohne weitere Fixierung.
Die offenen Verletzungen unterlagen prognostisch wieder dem Unfallmechanismus: die Quetschungen brachten nur mäßige, die Schnittverletzungen ausschließlich sehr gute und gute Resultate.
Insgesamt verteilten sich die Sehnenverletzungen über dem Endgelenk wie folgt:

35,4 % sehr gut **19,4 % gut** **29,0 % ausreichend** **16,2 % schlecht**

Bewegungsausmaß im Endglied bei um 90 Grad gebeugtem Mittelglied. Vgl. Tabelle.

Angewandte Operationstechniken

Alle Sehnennähte wurden mit rostfreiem Stahldraht oder atraumatischen Nahtmaterial der Stärken 3 bis 6x0 durchgeführt. Operiert wurde, nach Maßgabe BUNNELL's, streng atraumatisch in Allgemeinnarkose und nach Anlegen einer pneumatischen Blutleere, der das Auswickeln mit der Binde nach ESMARCH vorausging. Anschließend wurden im allgemeinen Handgips, im Bedarfsfall mit Redon–Drainage, angelegt. In jedem Fall waren ein oder zwei Assistenten bei der Operation anwesend. Die medikamentöse Behandlung erfolgte individuell mit abschwellenden Substanzen (z.B. Tanderil^{R}) und antibakteriell wirksamen Medikamenten (Antibiotika) zur Infektionsprophylaxe.
Bei Sehnendefekten, degenerierten Sehnenabschnitten und veralteten Verletzungen, die eine ausgiebige Resektion des Narbengewebes erforderten, wurden Sehnentransplantationen vorgenommen. Verwendet wurden hierzu im Großteil der Fälle die Sehne des M. palmaris longas und bei dessen Fehlen oder mehrfachem Sehnenersatz die Sehnen der langen Zehenstrecker. Bei allen Transplantationen wurde die proximale Anastomose nach PULVERTAFT durchgeführt, die distale entweder ebenfalls nach PULVERTAFT oder bei Reinsertion im Knochen als transossäre Fixation nach BUNNELL. Diese Methode wird von BUNNELL, MILLESI, BUCK–GRAMCKO, NIGST u.a. angegeben. BUNNELL weist auf die Wichtigkeit eines dünnen Transplantats hin, da das Regenerat aus der Umgebung ernährt wird. Dem wird die Sehne des M. palmaris longus gerecht und im allgemeinen auch die langen Zehenstrecker. An Nahtverfahren wurden mit gutem Erfolg die versenkte Naht nach BUNNELL (Schnürsenkelnaht, DYCHNO–BUNNEL–Naht), die Durchflechtung nach PULVERTAFT, bei Sehnenverlängerungen die Sehnendoppelung nach PULVERTAFT und die Raffnaht nach GEORG angewendet.

Die temporäre Arthrodese mit KIRSCHNER–Draht wurde zusätzlich bei Sehnenverletzungen am Mittel– und Endglied durchgeführt.
Bei unkomplizierten Fällen schloß sich an die Operation ein stationärer Aufenthalt von 5 bis 8 Tagen an.
Nach etwa 4 Wochen wurden KIRSCHNER–Drähte und Ausziehdrähte entfernt. Die Patienten wurden zunächst nach Möglichkeit in unserem Hause krankengymnastisch nachbehandelt und zweimal, später einmal in der Woche in der handchirurgischen Sprechstunde kontrolliert.

Zeitpunkt der Operation

Grundsätzlich bieten sich drei Möglichkeiten an: die Primärversorgung, die „urgence avec opération diffrée" nach ISELIN und eine sekundäre Wiederherstellung. GÜLGÖNEN–VLASICH und ein großer Teil anderer Autoren stellt ausdrücklich die Infektionsprophylaxe in ihrer Bedeutung einer primären Wiederherstellung voran. In Fällen, die nicht außergewöhnlich infektionsgefährdet sind, wird für die Strecksehnenchirurgie meist eine Primärversorgung empfohlen (KELLY, TITZE, WITT, BUNNELL, GEORG u.a.). SCHINK rät, in möglichst jedem Fall eine Wiederherstellung aufzuschieben, bis die Wiederherstellung durch ein geübtes Team möglich ist. MOBERG unterstreicht den Vorrang der primären Nerven- und Knochenversorgung vor der Wiederherstellung der Sehnen. Bei ausgedehnten Verletzungen wird an der hiesigen Klinik ebenso verfahren. Die aufgeschobene Operation nach ISELIN wurde in unserem Strecksehnenkrankengut viermal angewandt. Sie erfordert einen großen präoperativen Aufwand und trägt nach Ansicht von MITTELBACH doch eine hohe Infektionsgefahr in sich. H. GEORG betont die enorme Bedeutung des Operationszeitpunktes für das funktionelle Resultat einer optimalen Wiederherstellung. KELLY findet zum Teil ausgezeichnete Ergebnisse bei den Kranken, die ausschließlich primär versorgt worden waren. Auch aus unseren Nachuntersuchungen geht hervor, wie aus der Biologie aller beteiligten Gewebe zu erwarten ist, daß besonders im distalen Gebiet des Streckapparates möglichst frühzeitige Behandlung die besten Erfolge erwarten läßt. Unsere Abteilung, die als zentrale Behandlungsstelle für Handverletzungen im Umkreis von München bis zu 300 km angesehen werden kann, kommt aber relativ selten in die Situation, frische Verletzungen zu behandeln. Häufig kommen die Patienten erst nach der Zwei-Monatsgrenze, ab welcher die Elastizität der beteiligten Muskeln nachläßt (BÖHLER?) und die Gelenke zu versteifen beginnen. (Eine Verletzung, die uns eingewiesen wurde, lag 20 Jahre zurück!). Dies erklärt mit die im Vergleich zu KELLY oft mäßigen Ergebnisse.

Behandlungszeitpunkt und Ergebnisse im Verlgeich

bei 144 nachuntersuchten Strecksehnenverletzungen.

				Durchschnittsnote
Primär	45	=	31,2 %	2,1 = gut
„Aufgeschobene Dringlichkeit"	3	=	2,0 %	4,0 = schlecht
Bis zu 2 Monate	20	=	13,9 %	2,4 = befriedigend
Über 2 Monate	76	=	52,9 %	3,1 = ausreichend
	144		100,0 %	

Zeitpunkt der Behandlung von 200 Strecksehnenverletzungen

Primär	55	=	27,5 %
„Aufgeschobene Dringlichkeit"	4	=	2,0 %
Sekundär	141	=	70,5 %
	200	=	**100,0 %**

Der Einfluß des Operationstermins geht aus der Tabelle klar hervor. Die Primärversorgung, die bei uns (größtenteils aus exogenen Ursachen) nur in 31,2 % der Fälle durchgeführt wurde, bringt im Durchschnitt gute, die Versorgung nach mehr als 2 Monaten, die wir in 52,9 % der Fälle vornahmen, durchschnittlich nur noch ausreichende Resultate.
Die geringe Anzahl der Fälle erlaubt keine Aussagen über das Für und Wider der „Aufgeschobenen Dringlichkeit".

Nebenverletzungen

Bei Quetsch- und Sägeverletzungen kommt es meist zu Verletzungen mehrer Gewebearten. In der ärztlichen Versorgung haben Nerven, Gefäße und Knochen den Vorrang vor der Wiederherstellung der Sehnen. Diese Verletzungen bedingen die ungünstige Prognose der Quetsch- und Kreissägeverletzungen. Der Gefahr der Sehnenverwachsungen bei solch schweren Verletzungen kommt nach unserer Ansicht auf der Streckseite der Hand erst in zweiter Linie eine prognostische Bedeutung zu.
Die Indikation zur Sehnenoperation setzt nach BEYER, BUCH–GRAMCKO, DICK u.a. intakte Sensibilität und gute Durchblutung voraus. Bei Hautdefekten muß die Hautdecke reizlos geschlossen sein. Erfahrungsgemäß führen große Hautablederungen auch nach ihrer Deckung oft zu schlechten sehnenplastischen Operationsergebnissen. 54 % unserer schlechten Resultate waren von e r h e b l i c h e n Nebenverletzungen begleitet, 39 % in ihrer Sensibilität auffällig gestört.
MITTELBACH gibt an, daß 20 % der Patienten bereits infiziert in Behandlung kommen. Darüber kann bei unserem Krankengut wegen der meist auswärtigen Erstversorgung leider keine Auskunft gegeben werden.

Komplikationen

Komplikationen durch Infektion nach der Operation traten in 2 % der Fälle auf. Doch waren auch bei diesen Fällen teilweise gute Ergebnisse zu finden. Eine aufsteigende Infektion am Kirschnerdraht wie KELLY sie in einigen Fällen beschreibt, wurde zweimal bemerkt. In einer geringen Anzahl von Fällen (etwa 2 %) riß die Naht an Sehnen aus und mußte neu vernäht werden. Iatrogene Nerven- oder Gefäßverletzungen waren in keinem Fall nachweisbar. Eine nachweisbare Gelenkschädigung durch zu lange Ruhigstellung trat in einem Fall auf, der 6 Wochen mit einer Wintersteinschiene behandelt worden war und in einem weiteren bei einer Patientin, die mit 42 Jahren früharthrotische Symptome aufwies. Kompliziert waren einige Fälle von vorneherein, die eine operative Erstversorgung nach subkutanen Rupturen über dem Endgelenk an anderer Stelle erfahren hatten. Hier waren die Ergebnisse ungünstig.

Ruhigstellung und krankengymnastische Behandlung

Die Frage, wie lang im Einzelfall eine Fixierung der Gelenke dauern sollte, und wann eine physikalische Therapie einsetzen sollte, wird in der Literatur unterschiedlich beantwortet. Bei Durchtrennung der Sehnen über dem Endgelenk, die konservativ behandelt werden, werden von allen Autoren Immobilisationszeiten von etwa 4 Wochen angegeben. Auch die KIRSCHNER–Drähte, werden bei Ruhigstellung im Mittel- und Endgelenk für 4 Wochen belassen. In allen anderen Fällen, die nach der Operation mit einem Handgips behandelt werden, besteht die Möglichkeit einer Frühmobilisation (4 – 7 Tage), einer Spätmobilisation (15 – 28 Tage) und einer Mittellösung (8 – 14 Tage). Diese Definitionen werden von KOGGE übernommen. Aus der Biologie der Sehnenheilung leitet sich die Notwendigkeit einer physiologischen Verwachsung der Sehne von etwa einer Woche ab. Ein krankengymnastischer Übungsbeginn vor Ablauf dieser Zeit, der die Verwachsung verhindern soll, führt zu verstärkten Granulationen. Deshalb folgen wir in der Behandlung von Strecksehnen MITTELMEIER, KOGGE, KLEINSCHMIDT, WILHELM, BUNNELL, BÖHLER u.a. in der Anlehnung einer Mobilisation vor Ablauf von acht Tagen. BUNNELL läßt vorsichtige aktive Bewegungen im Handgips sobald wie möglich machen. Der Beginn aktiver intensiver Bewegungsübungen nach 5 bis 6 Wochen, wie A. WILHELM ihn vorschlägt, erscheint uns etwas spät, da nach BUNNELL u.a. die Naht nach spätestens 3 Wochen voll belastungsfähig ist. Wir nehmen den Handgips in der Regel nach 28 Tagen ab, Bewegungsübungen unter Anleitung einer spezialisierten Krankengymnastin setzen 20 – 28 Tage nach der Operation ein. Leider ist die langfristige ambulante Krankengymnastik an der Klinik in vielen Fällen nicht möglich, da die Patienten zum Teil sehr weite Anfahrtswege haben. Im

übrigen halten wir wie MOBERG eine flexible Handhabung der postoperativen Behandlung für optimal. Die Bereitschaft und Energie der Patienten in dieser Phase der Wiederherstellung ist von größtem Einfluß auf das funktionelle Ergebnis. Ein Beurteilungsblatt der Krankengymnastik, das den Fleiß der Patienten „benoten" würde, würde den engen Zusammenhang zwischen der Einstellung des Kranken und dem Ergebnis der Behandlung objektivieren. Diese Einstellung seitens des Patienten zur eigenen Mitarbeit ist bereits bei der Indikation zu einer wiederherstellenden Operation von Bedeutung. Kleine Kinder, arteriosklerotische Patienten und uninteressierte, häufig asoziale Patienten stellen Grenzfälle dar. Hier ist an Arthrodesen zu denken.

Die Krankengymnastik dauert im allgemeinen 2 Monate an, Kranke, bei denen die Behandlung auswärts durchgeführt werden muß, werden an Krankengymnastinnen verwiesen, die die Behandlung in unserem Sinne durchführen.

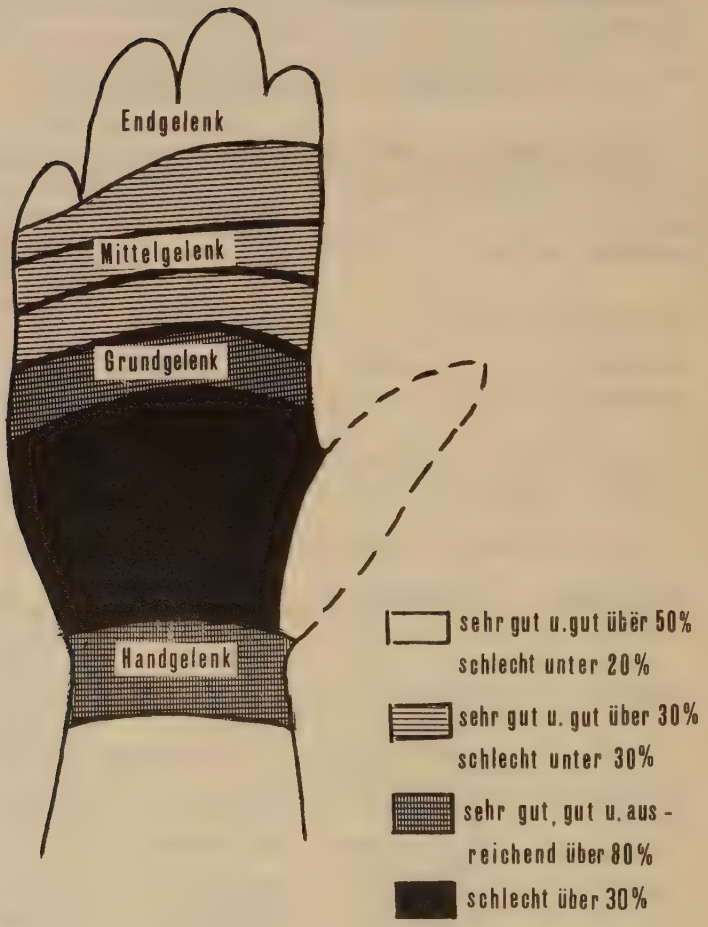
Vergleich der funktionellen Behandlungsergebnisse

Die Abbildung gibt die grobe Verteilung der Ergebnisse wieder. Die Tabelle der eigenen Ergebnisse wird mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen. Erklärungen für die unterschiedlichen Resultate werden in den einzelnen Kapiteln gegeben und hier nur kurz zusammengefaßt.

N.B.: Die Prozentzahlen beziehen sich jeweils auf 100 % in einer **Region.**

	sehr gut	gut	ausreichend	schlecht	Bemerkungen
Unterarm	4 = 44,5 %	4 = 44,5 %	–	1 = 11,0 %	89 % Schnitte 89 % primär
Handgelenk	–	–	4 = 100,0%	–	Transplantate
Handrücken	10 = 24,2 %	10 = 24,2 %	6 = 14,0 %	17 = 37,6 %	Bei 55 % der Pat. Mehrfachverletzungen 42 % Quetschverletzung.
Grundgelenk	3 = 20,0 %	–	9 = 60,0 %	3 = 20,0 %	Bei 43 % der Pat. Mehrfachverletzung.
Grundglied	–	3 = 43,0 %	1 = 14,0 %	3 = 43,0 %	
Mittelgelenk	5 = 17,9 %	4 = 14,3 %	11 = 39,0 %	8 = 28,8 %	Abhängigkeit d. Ergebnisses vom Therapiebeginn.
Mittelglied	3 = 37,5 %	6 = 16,2 %	9 = 29,0 %	–	
Endglied	11 = 35,5 %	6 = 16,2 %	9 = 29,0 %	5 = 19,3 %	Abhängigkeit d. Ergebnisses vom Therapiebeginn.

Zum Vergleich:	Eigene Ergebnisse	Kogge	Kelly
Handgelenk	100,0 % ausreichend	50,0 % sehr gut 50,0 % gut	33,0 % excellent 57,0 % good 20,0 % poor
Handrücken	24,2 % sehr gut 24,2 % gut 14,0 % ausreichend 37,6 % schlecht	12,5 % sehr gut 75,0 % gut 12,5 % befriedigend	77,0 % excellent 11,0 % good 12,0 % poor
Fingerbereich proximal	16,0 % sehr gut 14,0 % gut 42,0 % ausreichend 28,0 % schlecht	80,0 % sehr gut 20,0 % befriedigend	71,0 % excellent 8,6 % good 10,4 % poor
distal	36,0 % sehr gut 15,4 % gut 36,0 % ausreichend 12,6 % schlecht	42,0 % sehr gut 19,0 % gut 14,0 % befriedigend 19,0 % mäßig 6,0 % schlecht	58,0 % excellent 26,0 % good 16,0 % poor


Endgelenk
Mittelgelenk
Grundgelenk
Handgelenk
sehr gut u. gut über 50%
schlecht unter 20%
sehr gut u. gut über 30%
schlecht unter 30%
sehr gut, gut u. aus-
reichend über 80%
schlecht über 30%

Anmerkung: KOGGE bezieht sich nur auf operativ versorgte Sehnenverletzungen, KELLY nur auf primäre Operationen.

Begründungen für unsere zum Teil ungünstigen Ergebnisse sind in den einzelnen Kapiteln angegeben und werden hier nochmals zusammengefaßt.

	% sehr gut und gut	% ausreichend	% schlecht
Primärversorgt	45	10	25
Sekundärversorgt			
bis zu 1 Monat	10	10	16
über 1 Monat	45	80	59
	100	**100**	**100**
Schnitt- und Sägeverl.	65	50	50
Quetschungen	9	25	42
Subkutane Rupturen	26	25	8
	100	**100**	**100**

Bei der kritischen Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich, daß 50 bis 100 % der ausreichenden und schlechten Resultate Kreissägeverletzungen sind.
Die Bedeutung der Art der Verletzung, auch ihre Ausdehnung (in einzelnen Regionen sind bei den schlechten Ergebnissen in fast allen Fällen alle Sehnen einer Hand betroffen, besonders am Handrücken), sowie der Zeitpunkt der Versorgung wird damit deutlich.

Diskussion

Der Erfolg wiederherstellender Sehnenoperationen am Streckapparat der Hand hängt nach unseren Erfahrungen nur zum Teil von der Lokalisation der Verletzung und der Operationsmethode ab. Auffällig war, daß die Regionen Mittelgelenk und Endgelenk, die in der Literatur den breitesten Raum einnehmen und als besonders problematisch in ihrer Prognose und Therapie gelten, durchaus brauchbare Ergebnisse zeigten, während das Gebiet des Handrückens, und der Phalangen, dem allgemein gute Prognosen unterstellt werden, zum Teil sehr schlechte Ergebnisse aufwies. Die Ursachen der Unterschiede in den Ergebnissen wurden diskutiert. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Verletzungen einzelner Sehnen, glatte Durchtrennungen der Sehne, das Fehlen von Traumatisierungen der Weichteile Nerven und Knochen, möglichst frühzeitige Wiederherstellung, intensive postoperative Gymnastik gute Resultate bringen, sehr schwere, ausgedehnte Verletzungen mit Nebenverletzungen und eine Wiederherstellung nach Ablauf von mehr als 2 Monaten ungünstige Prognosen haben. Der große Anteil solcher Verletzungen bei späteren Sekundärversorgungen in unserem Verletzungsgut erklärt die insgesamt schlechteren Ergebnisse.

Signifikante Unterschiede in den Behandlungsmethoden bezüglich der Ergebnisse konnte nur im Bereich des Endglieds gefunden werden. Hier erzielen bei den subkutanen Rupturen die konservativen Verfahren die weitaus besten Ergebnisse. Im übrigen scheinen uns die bewährten geschilderten Nahtmöglichkeiten, individuell angewandt, für Strecksehnenoperationen geeignet. Eine Zukunft scheint auch im Strecksehnengebiet bei den Transplantationen zu liegen.

Eine Chirurgie der Strecksehnen wird in ihrer Schwierigkeit häufig weit hinter die Beugesehnenwiederherstellung gestellt. Die differenzierte Streckung der Finger, die für alle Feinbewegungen benötigt wird, wiederherzustellen, erfordert das ganze Rüstzeug der modernen Handchirurgie.

Zusammenfassung

Behandelt wurde die Klinik der Verletzungen an den Strecksehnen der Langfinger. Fakten aus Anatomie, Physiologie und Pathologie der Sehne, die die Grundlage einer Diskussion der prognostischen und therapeutischen Überlegungen bilden, wurden einzeln für die verschiedenen topographischen Regionen nach VERDAN besprochen.
Zur Auswertung kam das Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik München von 1963 bis 1970. An der Handchirurgischen Abteilung wurden in diesem Zeitraum 133 Patienten mit 200 Strecksehnenverletzungen zu 95 % stationär behandelt. Bei der Auswertung ergab sich eine typische Altersverteilung der Patienten, eine charakteristische Aufteilung auf Unfallarten und Berufe. Die Gruppe der Sehnenverletzungen an der Hand hat eine soziale und versicherungswirtschaftliche Bedeutung. Entsprechende Vergleichszahlen wurden angegeben.
Etwa 75 % dieses Verletzungsgutes wurden einer handchirurgischen Nachuntersuchung zugänglich gemacht. Unter Verwendung der Fachliteratur wurde ein präzises Nachuntersuchungsschema erarbeitet und ein Versuch einer objektiven Bewertung der funktionellen Endergebnisse unternommen. Die Nachuntersuchungen wurden wieder in die Regionen von VERDAN eingeordnet. Alle denkbaren Zusammenhänge wurden graphisch und rechnerisch verfolgt, signifikante Parameter sind hier wiedergegeben.
Im Anschluß an die Auswertung der Nachuntersuchungen wurden zusammenfassende Bemerkungen über Operationstechnik und Zeitpunkt gemacht, über Nebenverletzungen, Komplikationen und Krankengymnastik.

Besonderen Dank schulde ich für die freundliche Überlassung des Thema dieser Arbeit und für ihr stets hilfsbereites Entgegenkommen Herrn Prof. Dr. Fritz RUEFF und Herrn Dr. Klaus WILHELM.

Schrifttum

BEYER, W.: Die Strecksehnennaht am Handrücken. Chir. Praxis 1963, S. 281 – 283

BÖHLER, J.: Die operative Versorgung der Sehnenverletzungen der Hand. Klin. Medizin Bd. 18, S. 71 – 77 (1963).

BÜNNIGE, M.: Zur Behandlung der Strecksehnenabrisse am Fingerendglied. Zentralblatt f. Chir. Heft 26, S. 983 – 986 (1964).

BÜRKLE DE LA CAMP, H.: Neuzeitliche Fragen der operativen Handchirurgie. Langenbeck's Arch. Bd. 287, S. 489 – 498 (1957).

BUCK–GRAMCKO, D.: a) Untersuchung einer erkrankten oder verletzten Hand. Chir. Praxis Bd. 11, S. 261 – 269 (1967).
b) Probleme bei der Behandlung der Beugesehnenverletzungen. Chir. Praxis Bd. 11, S. 577 – 585 (1967).
c) Funktionelle Anatomie der Hand. Chir. Praxis Bd. 11, S. 99 – 105 (1967).

BUNNELL, St. und BÖHLER, J.: Chirurgie der Hand. Bd. I und II Wien: Maudrich 1959.

DICK, W.: Fingersehnennähte. Dtsch. med. Wschr. Bd. 81, S. 431 – 434 (1956).

FREILINGER, G.: Die aufgeschobene Dringlichkeit bei der operativen Versorgung von Handverletzungen. Chir. Praxis 1961, S. 55 – 60.

GELDMACHER, J.: Handverletzungen am Arbeitsplatz. Mschr. f. Unfallheilk. Bd. 71, S. 525 – 540 (1968).

GEORG, H.: a) Die Behandlung des geschlossenen Strecksehnenabrisses am Fingerendglied. Langenbeck's Arch. Bd. 292, S. 485 – 488 (1959).
b) 2000 Handverletzunggen. Langenbeck's Arch. Bd. 283, S. 250 – 266 (1956).

GRÖZINGER, K.–H.: Berufsverletzungen der Frau (mit besonderer Berücksichtigung der Fingerverletzungen). Mschr. f. Unfallheilk. Bd. 65, S. 417 – 431 (1962).

GÜLGÖNEN, A. und VLASICH, E.: Strecksehnendurchtrennungen der Hand. Chir. Praxis Bd. 13, S. 111 – 121 (1969).

HELLMANN, G.: Die Wiederherstellung der Strecksehnen im Bereich der Fingermittelgelenke. Langenbeck's Arch. Bd. 309, S. 36 – 38 (1965).

HENTSCHEL, M.: Gesichtspunkte der modernen Handchirurgie. Med. Welt 1967, Heft 12, S. 669 – 678.

ISELIN, M.: a) Forderungen nicht operativer Natur in der plastischen Chirurgie, Mschr. f. Unfallheilk. Bd. 71, S. 54 ff. (1968).
b) Chirurgie der Hand, Thieme, Stuttgart 1965.

JONASCH, E.: Behandlung und Behandlungsergebnisse von Strecksehnenausrissen. Verh. d. Dtsch. orthop. Ges. 1960, S. 90 – 92.

KELLY, A.P.: Primary Tendon Repairs. J. Bone Jt. Surg. 41 A I 1959, S. 581 – 598.

KLEINSCHMIDT, W. und WILHELM A.: Verletzungen der Stechaponeurose am Fingerendgelenk und ihre Behandlung. Mschr. f. Unfallheilk. Bd. 70, S. 382 – 388 (1967).

KOGGE, D.: Operativ versorgte Sehnenverletzungen der Hand. Arch. f. Orthop. und Unfallchirurgie, Bd. 56, S. 708 – 738 (1964).

LAMESCH, A.: Durchtrennungen und Risse der Strecksehnen der Finger, Chir. Praxis Bd. 6, S. 533 – 536 (1962).

v. LANZ, T. und WACHSMUTH, W.: Praktische Anatomie des Menschen I/3 Arm. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1959.

MEYER, A., BRÜCHLE, H., SCHÄFER, P.: 5 Jahre Erfahrung mit dem Ninhydrin-Test zum Nachweis von Sensibilitätsstörungen im Bereich der Hand. Chir. Praxis 1965, S. 111 – 116.

MILLESI, H.: Die Technik der freien Sehnentransplantation. Langenbeck's Arch. Bd. 309, S. 40 – 46 (1965).

MITTELBACH, H.R.: Strecksehnenverletzungen an der Hand. Der Chirurg 1963, S. 169 – 175.

MITTELMEIER, H.: Pathologie des Sehnengleitlagers. Verhandl. d. Dtsch. orthop. Ges. 1960, S. 28 – 37.

NIGST, H.: Ergebnisse der Sehnenplastiken der Hand. Langenbeck's Arch. Bd. 299, S. 122 – 126 (1961).

RÖSSLER, H.: Klinik und Therapie der degenerativen Sehnenerkrankungen. Verhandl. d. Dtsch. orthop. Ges. 1960, S. 50

RUEFF, F., BEDACHT, R., PANNIKE, A.: Klinik des Strecksehnenabrisses am Fingerglied. Der Chirurg 1967, S. 317 – 321.

SCHARIZER, E.: Die Bedeutung der aufgeschobenen Erstversorgung in der Organisation der Unfallchirurgie. Mschr. f. Unfallheilk. Bd. 65, S. 298 – 307 (1962).

SCHINK, W.: a) Handchirurgischer Ratgeber. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1960. b) Die Behandlung frischer Sehnenverletzungen. Zbl. f. Chir. 1968, Heft 2, S. 62 – 67.

SCHNEIDER, H.: Die Pathologie der Sehne, Verhandl. d. Dtsch. orthop. Ges. 1960, S. 18 – 27.

STRACKER, O.A.: Subkutane Sehnenzerreißungen am Fingerendglied und ihre Behandlung mit Schienen. Wien, klin. Wschr. 1962, S. 208 – 210.

THIES, W.: Stat. Nachuntersuchungen bei 1000 Handverletzungen. Mschr. f. Unfallheilk. Heft 78, S. 97 – 100 (1964).

TITZE, A.: Zur Frage der primären Sehnennaht, Klin. Med. Bd. 18, S. 89 ff (1963).
b) Die Dringlichkeit mit aufgeschobener Operation. Chir. Praxis 1962, S. 351 – 358.

WACHSMUTH, W.: Operationslehre Bd. 10/I. Seite 42 – 60. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956.

WALCHER: Zum subkutanen Riß der Streckaponeurose über dem Endgelenk der Langfinger und des Daumens. Der Chirurg. Bd. 39, S. 431 – 432 (1968).

WILHELM, A.: Neue Operationstechniken in der Strecksehnenchirurgie. Chirurgica plastica et reconstuctiva Bd. 6, Sonderdruck (1969).

WITT, A.N.: Funktionsverbessernde Eingriffe an den Fingergelenken. Langenbeck's Arch. Bd. 287, S. 541 – 546 (1957).

VERDAN, C.: Der heutige Stand der modernen Handchirurgie. Mschr. f. Unfallheilk. Heft 78, S. 80 (1964).

Lebenslauf

Am 17. Februar 1947 wurde ich als Sohn des Arztes Dr. Rolf Koeppel und seiner Ehefrau Beate, geb. Wolff in München geboren.

Seit meiner Geburt lebe ich in München, wo mein Vater seit dieser Zeit eine Arztpraxis führt. Von 1953 an besuchte ich hier die Volksschule, von 1957 an das Wilhelmsgymnasium, wo ich 1966 das Abitur ablegte.
Im Sommersemester 1967 begann ich an der Ludwig-Maximilans-Universität in München mit dem Medizinstudium. Nach dem Wintersemester 1968 legte ich die Naturwissenschaftliche Vorprüfung ab und nach dem Sommersemester 1969 die Ärztliche Vorprüfung.